

**BETINA ORTIZ BRUEL**

**RESTAURAÇÃO DA FLORESTA ATLÂNTICA NO LITORAL DO PARANÁ:  
AVALIAÇÃO DE DOIS SISTEMAS DE PLANTIO E DA  
REGENERAÇÃO NATURAL**

**CURITIBA**

**2006**

**BETINA ORTIZ BRUEL**

**RESTAURAÇÃO DA FLORESTA ATLÂNTICA NO LITORAL DO PARANÁ:  
AVALIAÇÃO DE DOIS SISTEMAS DE PLANTIO E DA  
REGENERAÇÃO NATURAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ecologia e Conservação, Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Márcia Cristina  
Mendes Marques

**CURITIBA**

**2006**

Universidade Federal do Paraná

Sistema de Bibliotecas

Bruel, Betina Ortiz

Restauração da floresta atlântica no litoral do Paraná: avaliação de dois sistemas de plantio e da regeneração natural. / Betina Ortiz Bruel. -

Curitiba, 2006.

xii, 57f. : il. ; 30cm.

Orientadora: Márcia Cristina Mendes Marques

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

1. Ecologia florestal 2. Mata atlântica 3. Árvores - Mudas 4. Plantas exóticas 5. Degradação ambiental I. Título 11. Marques, Márcia Cristina Mendes 111. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas.

CDD(20.ed.) 574.5



Ministério da Educação e Desporto  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**  
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação

## PARECER

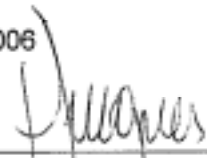
Os abaixo-assinados, membros da banca examinadora da defesa da dissertação de mestrado, a que se submeteu **Betina Ortiz Bruel** para fins de adquirir o título de Mestre em Ecologia e Conservação, são de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do trabalho de conclusão da candidata.


Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

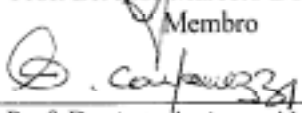
Curitiba, 10 de fevereiro de 2006

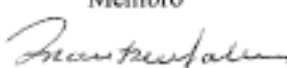
BANCA EXAMINADORA:



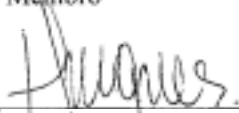
  
Prof. Dr.ª Márcia Cristina Mendes Marques  
(Orientadora)

  
Prof. Dr. José Marcelo Domingues Torezan  
Membro

  
Prof. Dr. Antonio Aparecido Carpanezi  
Membro

  
Prof. Dr. Franklin Galvão  
Membro

VISTO:

  
Profa. Márcia Cristina Mendes Marques  
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação

Dedico esse trabalho àqueles que se  
importam com o tamanho de sua “pegada” e  
fazem diferente.

Especialmente ao Beto e à Regina; à  
Renata; ao Giuliano e ao Lorenzo.

## **AGRADECIMENTOS**

- À minha orientadora, Márcia C. M. Marques, pela oportunidade de trabalho com a restauração ecológica;
- À Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental pelo suporte e implementação dos experimentos; em especial ao Ricardo Miranda de Britez, Marília Borgo, Vivian Uhlig, e aos funcionários das Reservas Naturais Rio Cachoeira e Serra do Itaqui que me auxiliaram nos trabalhos de campo. Ao Edinho pela “segurança na estrada” e pelas risadas na Kombi!
- À Fundação O Boticário de Proteção à Natureza pelo apoio financeiro ao projeto e suporte ao Curso de Pós-Graduação;
- Ao James Hoper, professor visitante da UFPR, pelo auxílio nas análises estatísticas;
- À Eliane Ceccon, professora da Universidade do México, pelas sugestões e revisão dos resultados;
- Ao Ricardo Miranda de Britez e José Marcelo Torezan pela participação e sugestões na pré-banca;
- Aos meus companheiros de turma: Sandra, Maria Elisa, Karla, Taís, Tatiane, Elaine, Carolina, Kwok Chiu, Alberto, Guilherme, Cláudio, Célio, Vítor e Alan, pela amizade e o bom humor de sempre;
- À minha família por terem compartilhado muitíssimo comigo os cuidados com o Giuliano e o Lorenzo, e pela força nos momentos difíceis;

Muito obrigada !!

*De cada cem árvores antigas  
Restam cinco testemunhas acusando o incrível carrasco secular.  
Restam cinco, não mais. Resta o fantasma  
Da orgulhosa floresta primitiva.*

Carlos Drummond de Andrade (1984)

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	viii
<b>RESUMO GERAL</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
1.1 Restauração ecológica: é com a natureza que se aprende.....	1
1.2 A Floresta Atlântica ou o que restou dela .....	3
1.3 Preservação e restauração da Floresta Atlântica (Ombrófila Densa) no Paraná .....	4
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	7
<b>CAPÍTULO 1. Sobrevivência, crescimento e regeneração natural de espécies arbóreas em dois sistemas de plantio, em área de restauração de Floresta Atlântica, litoral sul do Brasil.</b> .....	12
<b>RESUMO</b> .....	13
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
2.1 Área de estudo .....	18
2.1 Experimento 1: Restauração com diferentes sistemas de plantio .....	18
2.3 Experimento 2: Regeneração natural em áreas de plantio mecanizado .....	22
<b>3 RESULTADOS</b> .....	23
3.1 Experimento 1: Restauração com diferentes sistemas de plantio .....	23
3.1.1 Comportamento geral das mudas nos tratamentos manual e mecanizado .....	23
3.1.2 Comportamento das espécies no tratamento manual .....	29
3.1.3 Comportamento das espécies no tratamento mecanizado.....	33
3.1.4 Comportamento das seis espécies comuns aos tratamentos manual e mecanizado .....	37
3.2 Experimento 2: Regeneração natural em áreas de plantio mecanizado .....	41
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	44
4.1 Experimento 1: Restauração com diferentes sistemas de plantio .....	44
4.2 Experimento 2: Regeneração natural em áreas de plantio mecanizado .....	47
<b>5 CONSIDERAÇÃO FINAIS</b> .....	49
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45
<b>ANEXOS</b> .....	49



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>FIGURA 1</b> - MAPA DO BRASIL, LOCALIZANDO O ESTADO DO PARANÁ E DESTACANDO A ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE GUARAQUEÇABA (a); MUNICÍPIOS DO LITORAL, DESTACANDO AS RESERVAS NATURAIS RIO CACHOEIRA E SERRA DO ITAQUI (b).....	6
<b>FIGURA 2</b> - VALORES MÉDIOS DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA (MÉDIA, MÁXIMA E MÍNIMA), PARA O PERÍODO DE 1948 – 1993 (a) E COMPRIMENTO DO DIA (b), PARA A REGIÃO DE PARANAGUÁ - PR.....	19
<b>TABELA 1</b> - RELAÇÃO DAS ESPÉCIES; RESPECTIVAS FAMÍLIAS, NOME COMUM, CARACTERÍSTICAS (segundo LORENZI, 1992 e 1998), TRATAMENTO E Nº DE MUDAS, EM EXPERIMENTO DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	20
<b>FIGURA 3</b> - SOBREVIVÊNCIA MÉDIA DAS MUDAS NOS TRATAMENTOS MANUAL E MECANIZADO, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	23
<b>FIGURA 4</b> - SOBREVIVÊNCIA MÉDIA DAS MUDAS NOS TRATAMENTOS MANUAL E MECANIZADO AO LONGO DOS PRIMEIROS 12 MESES DO PLANTIO, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	24
<b>FIGURA 5</b> - ALTURA MÉDIA INICIAL E FINAL (a) E VOLUME MÉDIO INICIAL E FINAL (b) DAS MUDAS NOS TRATAMENTOS MANUAL E MECANIZADO, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	25
<b>FIGURA 6</b> - TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR) EM ALTURA (a) E EM DIÂMETRO DA BASE (b) DAS MUDAS NOS TRATAMENTOS MANUAL E MECANIZADO, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	25
<b>FIGURA 7</b> - TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR) EM ALTURA DAS MUDAS NOS TRATAMENTOS MANUAL E MECANIZADO AO LONGO DE 12 MESES, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	26
<b>FIGURA 8</b> - SOBREVIVÊNCIA MÉDIA DAS MUDAS NO TRATAMENTO MANUAL, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	27
<b>FIGURA 9</b> - TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR) EM ALTURA DAS ESPÉCIES NO TRATAMENTO MANUAL, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	28

<b>FIGURA 10</b> - TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR) EM DIÂMETRO DA BASE DAS ESPÉCIES NO TRATAMENTO MANUAL, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	29
<b>FIGURA 11</b> - SOBREVIVÊNCIA MÉDIA DAS MUDAS NO TRATAMENTO MECANIZADO, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	30
<b>FIGURA 12</b> - TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR) EM ALTURA DAS ESPÉCIES DO TRATAMENTO MECANIZADO, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	31
<b>FIGURA 13</b> - TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR) EM DIÂMETRO DA BASE DAS ESPÉCIES NO TRATAMENTO MECANIZADO, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	32
<b>FIGURA 14</b> - SOBREVIVÊNCIA MÉDIA DAS ESPÉCIES COMUNS AOS TRATAMENTOS MANUAL E MECANIZADO, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	33
<b>FIGURA 15</b> - TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR) EM ALTURA ENTRE AS ESPÉCIES COMUNS AOS TRATAMENTOS MANUAL E MECANIZADO, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	34
<b>FIGURA 16</b> - TAXA DE CRESCIMENTO RELATIVO (TCR) EM DIÂMETRO DA BASE ENTRE AS ESPÉCIES COMUNS AOS TRATAMENTOS MANUAL E MECANIZADO, EM ÁREA DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	35
<b>FIGURA 17</b> - RIQUEZA MÉDIA (a) E DENSIDADE MÉDIA DE INDIVÍDUOS (b) PRESENTES NA REGENERAÇÃO NATURAL EM PLANTIO MECANIZADO, ÁREAS DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	36
<b>FIGURA 18</b> - RIQUEZA PRESENTE NA REGENERAÇÃO NATURAL EM PLANTIO MECANIZADO, ÁREAS DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	37
<b>FIGURA 19</b> - DENSIDADE MÉDIA (a) E ALTURA MÉDIA (b) DOS INDIVÍDUOS PRESENTES NA REGENERAÇÃO NATURAL EM PLANTIO MECANIZADO, ÁREAS DE RESTAURAÇÃO DE FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA Densa DE TERRAS BAIXAS), LITORAL DO PARANÁ.....	38

## RESUMO

Diante da perda de habitats naturais resultante da exploração e ocupação humana, medidas de conservação e recuperação de ecossistemas ameaçados são prioritárias. No Brasil, a Floresta Atlântica encontra-se reduzida a menos de 7% da sua área original, e nesse contexto, a restauração da vegetação nativa é o primeiro passo em direção ao resgate das relações ecológicas desse bioma rico e complexo. O objetivo desse trabalho foi investigar a eficácia dos sistemas de plantio de espécies nativas, manual e mecanizado, na restauração da Floresta Ombrófila Densa em áreas de pastagem no litoral do Paraná, em dois experimentos. O primeiro, avaliando a sobrevivência e o crescimento de 14 espécies arbóreas durante 12 meses após o plantio e o segundo, avaliando a regeneração natural em áreas de plantio mecanizado, comparando as linhas de plantio com as entre-linhas, para verificar se o revolvimento do solo ocorrido na preparação do terreno estimula o banco de sementes. Os experimentos foram realizados nas Reservas Naturais Rio Cachoeira e Serra do Itaqui (24°45'-25°30' S e 48°00'-49°00' W), em pastagens de abandono recente, com presença abundante da gramínea exótica *Brachiaria sp.* Para o experimento com o plantio, em blocos ao acaso de 20 m<sup>2</sup>, com três repetições, foram plantadas 625 mudas de 14 espécies, em dois tratamentos: plantio mecanizado (preparação das linhas de plantio com sub-solador e enxada rotativa acoplados ao trator; mudas em tubete; espaçamento 1,5 x 2,5 m) e plantio manual (abertura das covas com cavadeira manual; mudas em saco de polietileno; espaçamento 1,80 x 2,5 m). A sobrevivência e o crescimento em altura foram mensurados mensalmente, o crescimento em diâmetro da base foi mensurado no início e no final do experimento. Os resultados mostraram sobrevivência média de 85,64% e 74,21% das mudas nos plantios manual e mecanizado, respectivamente. As taxas de crescimento relativo (TCR) em altura e em diâmetro foram maiores no plantio mecanizado. Não houve diferença no volume final das mudas entre os tratamentos. No plantio manual, *Mimosa bimucronata* apresentou alta taxa de sobrevivência, e se sobressaiu entre as demais espécies apresentando taxas de crescimento relativo em altura e em diâmetro muito superior. Nesses mesmos parâmetros, quatro espécies no plantio mecanizado se sobressaíram: *Mimosa bimucronata*, *Senna multijuga*, *Cecropia pachystachya* e *Aegiphila sellowiana*. A sobrevivência das mudas ao longo dos 12 meses apresentou variações que diferiram entre os tratamentos nos meses de verão, onde algumas espécies no tratamento mecanizado apresentaram maiores taxas de mortalidade. Picos de crescimento ao longo do ano foram semelhantes entre os tratamentos e coincidiram com os meses de maior fotoperíodo, a saber, novembro e dezembro. O experimento de avaliação da regeneração natural em áreas submetidas ao plantio mecanizado amostrou três áreas de pastagem há aproximadamente 1 ano e seis meses em processo de restauração. Em cada área, 120 parcelas de 1m<sup>2</sup> foram lançadas, sendo 60 nos espaços entre as mudas nas linhas de plantio e 60 paralelamente nas entre-linhas. A regeneração foi mais abundante e a riqueza foi maior nos espaços entre as mudas do que entre as linhas de plantio, demonstrando que o revolvimento do solo atuou como estimulante do banco de sementes. Ambos os sistemas de plantio mostraram eficiência na implantação das espécies pioneiras em área de pastagem e no caso do plantio mecanizado, no estímulo à regeneração natural. O acompanhamento desses plantios e das transformações do ambiente ao longo do tempo, mostrará os caminhos seguidos pela sucessão e fornecerá informações importantes para as futuras ações de restauração de Floresta Atlântica, tão urgentes diante do estado de devastação em que se encontra esse importantíssimo bioma.

## ABSTRACT

In view of natural habitat losses due to human exploration and occupation, conservation and recuperation measures are considered to be a priority to restore the threatened ecosystems. In Brazil, the Atlantic Forest is presently reduced to 7% of its original area and for this reason the first step to rescue the ecological relations of this rich and complex biome is to restore its native vegetation. The present work aims at investigating the efficacy of the manual and mechanized methods of native specie plantation used in two experiments addressed to restore the Atlantic Forest in grazing areas of the Paraná coast area. The first experiment assessed the survival and growth of 14 trees species 12 months after they were planted, the second assessed natural regeneration in mechanized plantation by comparing plantation lines and between lines, and check if soil turnover at preparation time stimulates the seed banks. The experiments were carried out in recently abandoned grazing areas located in the Rio Cachoeira and Serra do Itaqui Natural Reservations (24°45'-25°30' S e 48°00'-49°00' W) where the exotic grass *Brachiaria sp* is abundant. Six hundred twenty five (625) seedlings belonging to 14 species were randomly planted in 20 m<sup>2</sup>-blocks with three repetitions in two treatments: 1) mechanized plantation (preparation of plantation lines with rotating hoe coupled to a tractor; seedlings in small tubes 1.5 x 2.5 m spacing); and 2) manual plantation (holes dug with manual excavator; seedlings in polyethylene bags; 1.80 x 2.5 m spacing). Survival and height growth were measured monthly, and diameter growth was measured in the beginning and at the end of the experiment. The results showed that seedling average survival in manual and mechanized plantations was of 85.64% and 74.21% respectively. The height and diameter relative growth rates (RGR) were higher in the mechanized plantation. Comparing both treatments, there was not any difference in the final seedling volume. In the manual plantation, *Mimosa bimucronata* showed high survival rates and was distinguished from the other species by showing relative height and diameter growth superior. Using the same parameters, we can highlight four species in the mechanized plantation: *Mimosa bimucronata*, *Senna multijuga*, *Cecropia pachystachya* and *Aegiphila sellowiana*. In the summer months seedling survival showed different variations according to each treatment during the 12 months of the experiment. Some species in the mechanized treatment showed higher death rate than those in the manual treatment. The growth peaks were similar in both treatments and coincided with the months of higher photoperiod, that's to say, November and December. As samples, the natural regeneration assessment experiment in areas subjected to mechanized plantation selected three grazing areas submitted to restoration process for approximately one year and six months. A hundred and twenty (120) 1m<sup>2</sup>-parcels were put in each area: 60 in the spaces between the seedlings in the plantation line and 60 between the lines in parallel. Regeneration was more abundant and richness was higher in the spaces between seedlings than between the plantation lines, thus showing that soil turnover has stimulated the seedling banks. The implantation of pioneer species in grazing areas was efficient in both plantation methods. The mechanized plantation was also efficient concerning stimulus to natural regeneration. Following-up plantations and the consequent environment changes will show succession ways and will provide important information to guide future actions addressed to restoring the Atlantic Forest, what is urgent seeing the great devastation that important biome is being subject to.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1 RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: COM A NATUREZA É QUE SE APRENDE

O estudo da restauração de ambientes naturais surgiu dentro da Ecologia em consequência do atual estado de degradação do nosso planeta, onde quase tudo já foi alterado pela humanidade – ar, terra, água, seres – e pouco resta de paisagem intocada. Adentramos esse novo milênio com grande expectativa em relação ao futuro da diversidade biológica. As previsões de extinção de um grande número de espécies para as próximas décadas, principalmente nos trópicos, causam apreensão (Wilson 1997; Pimm & Raven 2000; Brooks et al. 2002).

As ações humanas têm causado diretamente a perda da biodiversidade, tanto reduzindo populações de espécies nativas como alterando ou eliminado seus habitats (Galindo-Leal et al. 2005). Desde a pré-história, em todos os continentes há extensos registros de alterações antrópicas coincidindo com uma alta taxa de extinções de espécies (Primack & Rodrigues 2002). O histórico da ecologia da restauração é recente e ainda tímido frente ao gigantismo das ações contra o meio ambiente, porém, pouco a pouco essa nova ciência se firma como ferramenta importante para a recuperação e conservação dos ecossistemas (Jansen 1988; Dobson 1997; Young 2000).

Por muito tempo no Brasil, a recuperação de uma área degradada, salvam-se raras exceções, resumia-se no plantio de gramíneas e monoculturas de árvores exóticas de rápido crescimento, como *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp. (Carvalho 2000). Uma histórica exceção é a Floresta da Tijuca, no Rio de Janeiro. No século XIX, o intenso desmatamento ocorrido principalmente para o plantio de café foi responsável pela escassez hídrica na cidade do Rio de Janeiro. Visando solucionar o problema, surgiram as primeiras iniciativas do governo imperial no sentido de conservar e restaurar a floresta, e em 1861, um trabalho pioneiro de silvicultura e reflorestamento liderado pelo Major Archer foi realizado (Santos 2003).

Nos últimos anos, o acúmulo de conhecimento sobre os processos envolvidos na dinâmica de formações naturais (tanto preservadas como em diferentes graus e tipos de degradação) tem conduzido a uma significativa mudança na orientação dos programas de recuperação, que deixaram de ser mera aplicação de práticas

agronômicas ou silviculturais de plantios de espécies perenes (Rodrigues & Gandolfi 2000). A sucessão natural tornou-se a base conceitual mais forte da restauração ecológica (Young 2000).

Considerando, por exemplo, que a dinâmica da floresta tropical é muito mais veloz do que se imaginava, fazendo da sucessão um dos processos mais complexos e férteis para a ciência tropical, entendê-la tem mostrado caminhos importantes nas propostas de restauração (Kageyama et al. 2003). O uso de espécies nativas pioneiras em plantios mistos, criando condições de sombreamento para as espécies dos estágios posteriores da sucessão, foi o grande avanço nos modelos de restauração que vêm sendo utilizados com sucesso até o presente (Kageyama & Gandara 2000).

Conforme a intensidade de degradação a que foi submetida uma floresta, o mecanismo de regeneração natural pode ficar seriamente comprometido (Gómez-Pompa et al. 1972; Dobson et al. 1997; Uhl et al. 1991). Espécies florestais encontram muitas dificuldades para se estabelecerem em áreas desmatadas, pois a maioria não apresenta sistema de dispersão capaz de transportar suas sementes para o campo aberto, e mesmo que algumas sementes possam chegar, o estresse hídrico e a competição com as gramíneas dificultam o seu estabelecimento (Uhl 1991; Holl 1999; Aide et al. 2000; Zimmerman 2000; Pompéia 2005).

O fato de plantações florestais atuarem como catalisadoras do processo sucessional, permitindo a regeneração da floresta nativa, tem sido demonstrado em diversos trabalhos (Uhl 1991; Parrotta 1997; Powers 1997; Otsumo 2000; Kamo 2002; Duncan & Chapman 2003; Elliott 2003; Moraes & Pereira 2003). O efeito catalítico das plantações é devido a mudanças microclimáticas, favorecendo a germinação e estabelecimento de plântulas e o crescimento posterior das mudas; desenvolvimento de uma camada de serapilheira e húmus que melhora a fertilidade do solo e favorece o estabelecimento inicial e crescimento futuro; aumento da complexidade estrutural do hábitat, provocando atração da fauna e maior entrada de propágulos; supressão de invasoras (gramíneas) e exclusão de fogo, influenciando positivamente na rapidez e continuidade da sucessão (Engel & Parrotta 2003).

Geralmente, os esquemas de plantio diferem entre si pela composição entre espécies pioneiras (sombreadoras) e não-pioneiras (sombreadas) em diferentes disposições espaciais e espaçamentos entre as mudas (e.g. Crestana et al. 1993; Macedo 1993; Joly et al. 2000; Barbosa 2000; Ferretti 2002).

A avaliação do desenvolvimento das espécies plantadas com o passar do tempo (Tilki & Fisher 1998; Alvarez-Aquino 2004; Piotto et al. 2004; Souza & Batista 2004) e das modificações ocorridas no ambiente pós-plantio (Parrotta 1991; Souza 2000; Siqueira 2002; Araújo 2002; Parrotta & Knowles 2003; Vieira 2004) contribui para a formação de um conhecimento mais aprofundado sobre a prática da restauração, uma vez que cada ambiente degradado possui suas particularidades e responde de maneira diversa às intervenções da restauração.

Portanto, o objetivo da restauração ecológica não seria copiar exatamente um modelo da natureza, mas sim recuperar a estabilidade e integridade biológica dos ecossistemas naturais, recriando comunidades ecologicamente viáveis, fomentando a capacidade natural de mudança e resgatando uma relação saudável entre o homem e a natureza (Engel & Parrota 2003).

## 1.2 A FLORESTA ATLÂNTICA OU O QUE RESTOU DELA

A superexploração que as florestas tropicais em todo o mundo vêm sofrendo há séculos resultou em milhões de hectares de áreas desflorestadas convertidas em pastagens, lavouras e centros urbanos. No Brasil, a Floresta Atlântica figura entre os biomas mais degradados do planeta, sendo considerada um *hotspot* para conservação, dado o seu alto grau de endemismos e ameaças de extinções iminentes (Myers et al. 2000). A Floresta Atlântica originalmente cobria 15% do território brasileiro, área equivalente a 1.306.421 km<sup>2</sup>, estando reduzida atualmente a cerca de 102.000 km<sup>2</sup> (Schäffer & Prochnow 2002). Até meados de 1970, contribuía com 47% (15 milhões de m<sup>3</sup>) de toda a produção de madeira em tora do país, a qual foi drasticamente reduzida para menos da metade (7,9 milhões de m<sup>3</sup>) em 1988, dado o esgotamento dos recursos devido à exploração não-sustentável (Capobianco 2001).

Esse bioma, distribuído ao longo de mais de 23 graus de latitude sul, foi exposto a uma longa história de eventos geomorfológicos, climáticos e ecológicos que promoveram a diversidade biológica e a repartição de formações vegetacionais que hoje se interpenetram, oferecendo condições de sobrevivência para diferentes

espécies, resultando em altíssimos níveis de biodiversidade regional (Guedes et al. 2005).

Os ecossistemas contemplados pelo bioma Floresta Atlântica (senso IBGE 1993) são: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária); Floresta Ombrófila Aberta; Florestas Estacionais Deciduais e Semideciduais; e os ecossistemas associados incluindo manguezais, restingas, campos de altitude, enclaves de campos e cerrados e as florestas montanas da região Nordeste (Câmara 2005). Atualmente, seus principais remanescentes concentram-se nos Estados das regiões Sul e Sudeste, recobrando parte da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira, onde o processo de ocupação foi dificultado pelo relevo acidentado e pouca infra-estrutura de transporte (Capobianco 2001).

### 1.3 PRESERVAÇÃO E RESTAURAÇÃO DA FLORESTA ATLÂNTICA (OMBRÓFILA DENSA) NO PARANÁ

O Estado do Paraná tem a porção mais preservada de Floresta Ombrófila Densa do Brasil, com aproximadamente 500 mil ha, que juntamente com a região sul do Estado de São Paulo representam a maior área contínua de remanescentes desse ecossistema (Ravazzani et al. 1995). A Área de Proteção Ambiental (APA) de Guaraqueçaba é parte importante desse remanescente, contando com 313 mil ha de florestas, estuários, baías, ilhas, mangues e planícies. Decretada em 1985, engloba quatro municípios (Antonina, Paranaguá, Guaraqueçaba e Campina Grande do Sul) e aproximadamente 60 vilas, com uma população de 7.777 habitantes (Ipardes 2001).

Historicamente, o litoral paranaense foi a primeira região colonizada do Estado, no início do século XVII, por garimpeiros em busca de ouro na região, sendo fundadas as vilas de Paranaguá (1648), Morretes (1733), Guaratuba (1771) e Antonina (1712) (Cigolini 2001). Desde então, a planície litorânea e o início das encostas tiveram a sua paisagem muito alterada, e mais recentemente pelo cultivo da banana e da mandioca, a extração de palmito e a criação de búfalo asiático (Ipardes 2001).

A bubalinocultura exigiu dos criadores o plantio de gramíneas para alimentação dos animais. Gramíneas exóticas do grupo C<sub>4</sub>, principalmente do



gênero *Brachiaria* (Poaceae), têm sido muito utilizadas nos trópicos por serem adaptadas a solos ácidos e de baixa fertilidade, possuírem alto vigor de rebrota e excelente cobertura de solo (Alvim et al. 2002). A *Brachiaria* spp. foi trazida da África como forragem, tornou-se invasora dominando grandes áreas de campos, savanas, áreas úmidas e de florestas convertidas para a agricultura (Reaser et al. 2005). Estudos desenvolvidos com a espécie *Brachiaria humidicola* mostraram atividade potencial alelopática, inibitória da germinação de sementes e do desenvolvimento de plantas de diferentes espécies (Souza-Filho et al. 2005).

Trabalhos de restauração das áreas degradadas de Floresta Ombrófila Densa no litoral do Paraná tiveram início na década de 1990, com um projeto em pequena escala, de caráter experimental e demonstrativo, de restauração da mata ciliar do rio Cachoeira (Ferreti & Britez 2005). Em 2000, uma Organização Não-Governamental, a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), firmando parcerias internacionais, iniciou os Projetos de Combate ao Aquecimento Global (Projeto de Restauração da Floresta Atlântica; Projeto de Ação Contra o Aquecimento Global em Guaraqueçaba e Projeto Piloto de Reflorestamento em Antonina), onde foi necessário o estabelecimento de novas estratégias de restauração e o desenvolvimento de novas técnicas para áreas de maior extensão (Ferretti & Britez 2005).

Para execução dos projetos foram definidas três estratégias básicas: plantio de mudas em áreas abertas, plantio de enriquecimento em capoeiras e acompanhamento da regeneração natural em áreas plantadas e não-plantadas (Ferretti & Britez 2005). Os sistemas de plantio são o manual e o mecanizado, utilizados de acordo com o tipo de solo, declividade do terreno, grau de umidade, acesso à área e regeneração natural existente. O método mecanizado é ainda pouco utilizado nos programas de restauração florestal e inexiste na literatura, até o momento, resultados alcançados ou informações sobre a eficiência desse método comparado ao método tradicional de plantio manual.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência dos sistemas de plantio, manual e mecanizado, utilizados na restauração de áreas de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa) convertidas em pastagem, onde foram introduzidas gramíneas do gênero *Brachiaria*, na planície litorânea do Estado do Paraná (Figura 1).

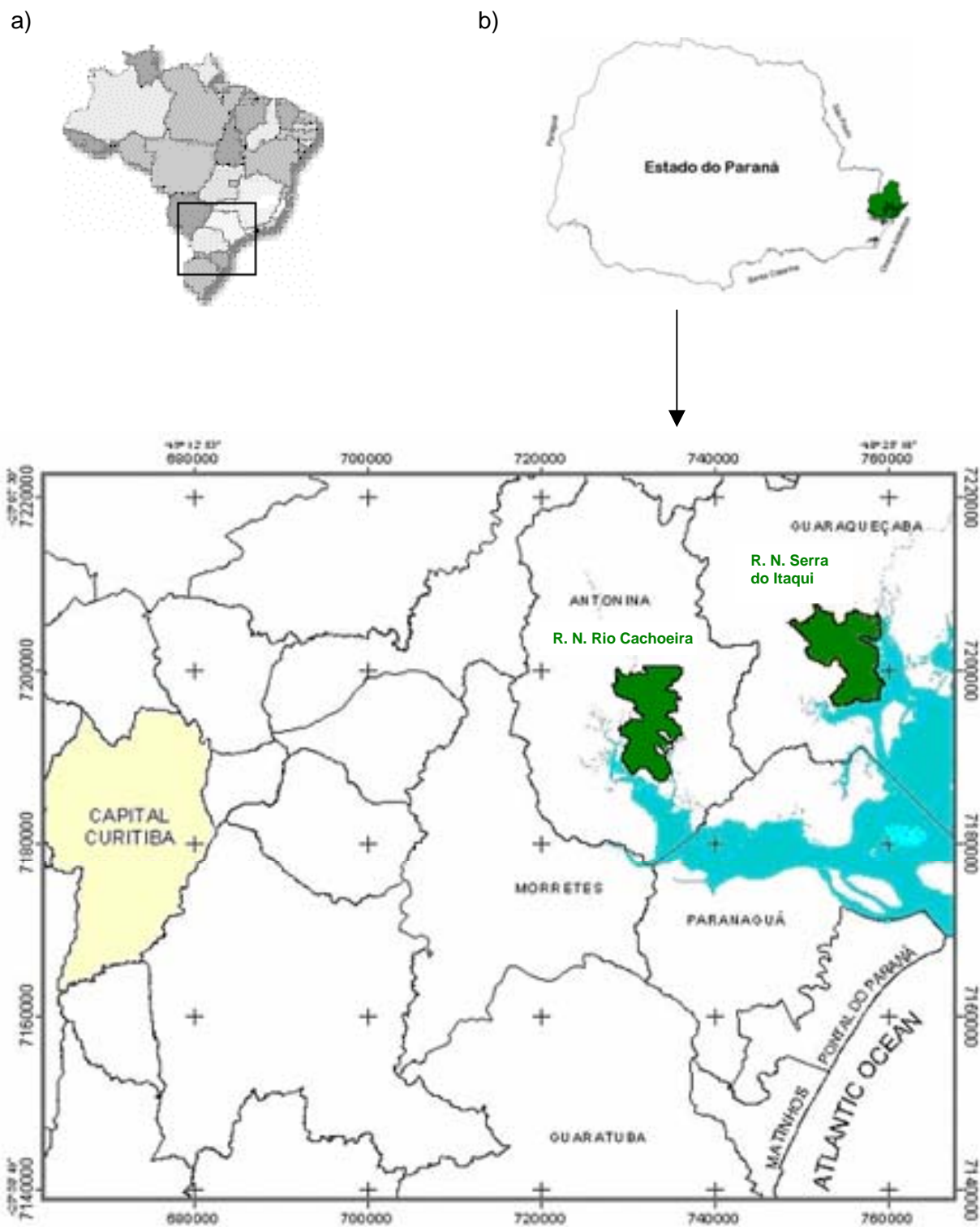


Figura 1. Mapa do Brasil, localizando o Estado do Paraná e destacando a Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba (a); municípios do litoral, destacando as Reservas Naturais Rio Cachoeira e Serra do Itaqui (b). Fonte: [www.guaracap.com](http://www.guaracap.com) adaptado.

## REFERÊNCIAS

- AIDE, T. M.; ZIMMERMAN, J. K.; PASCARELLA, J.B.; RIVERA, L. & MARCANO-VEJA, H. 2000. Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology. **Restoration Ecology**. 8 (4): 328-338.
- ALVAREZ-AQUINO, C.; WILLIAMS-LINERA, G. & NEWTON, A. C. 2004. Experimental native tree seedling establishment for the restoration of a mexican cloud forest. **Restoration Ecology**. 12: 412-418.
- ALVIM, M. J.; BOTREL, M. A. & XAVIER, D. F. 2002. As principais espécies de *Brachiaria* utilizadas no país. **Comunicado Técnico 22**. Juiz de Fora: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. p. 1-4.
- BARBOSA, L. M. 2000. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo - FAPESP. p. 289-312.
- BROOKS, T. M.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; KONSTANT, W. R.; FLICK, P.; PILGRIM, J.; OLDFIELD, S.; MAGIN, G. & HILTON-TAYLOR, C. 2002. Habitat loss and extinctions in the hotspots of biodiversity. **Conservation Biology**. 16(4): 909-923.
- CÂMARA, I. G. 2005. Breve história da conservação da Mata Atlântica. In: GALINDO-LEAL, C. & CÂMARA, I. G. (Ed.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional. p. 31-42.
- CAPOBIANCO, J. P. R. (Org.) 2001. **Dossiê Mata Atlântica 2001**. Brasília: RMA, ISA, SNE. 407 p.
- CARVALHO, P. E. R. 2000. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. In: GALVÃO, A. P. M. (Org.) **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas. p. 251-268.
- CIGOLINI, A.; MELLO, L. & LOPES, N. 2001. **Paraná: quadro natural, transformações territoriais e economia**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva. 128 p.
- CRESTANA, M. S. M.; TOLEDO FILHO, D. V. & CAMPOS, J. B. 1993. **Florestas – sistemas de recuperação com essências nativas**. Governo do Estado de São Paulo: Campinas. 60 p.
- DOBSON, A. P.; BRADSHAW, A. D. & BAKER, A. J. M. 1997. Hopes for the future: restoration ecology and conservation biology. **Science**. 277: 515-522.
- DUNCAN, R. S. & CHAPMAN, C. A. 2003. Consequences of plantation harvest during tropical forest restoration in Uganda. **Forest Ecology and Management**. 173: 235-250.

ELLIOTT, S.; NAVAKITBUMRUNG, P.; KUARAK, C.; ZANGKUM, S.; ANUSARNSUNTHORN, V.; BLAKESLY, D.; PUTTIPONG, N.; CHERDSAK, K.; SUDARAT, Z. & VILAIWAN, A. 2003. Selecting framework tree species for restoring seasonally dry tropical forests in northern Thailand based on field performance. **Forest Ecology and Management**. 184: 177-191.

ENGEL, V. L. & PARROTA, J. A. 2003. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 1-26

FERRETTI, A. R. 2002. Modelos de plantio para restauração. In: GALVÃO, A. P. M. & MEDEIROS, A. C. S. (Ed.) **Restauração da Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural**. Colombo: EMBRAPA FLORESTAS. p. 33-43.

FERRETTI, A. R. & BRITEZ, R. M. 2005. A restauração da Floresta Atlântica no litoral do Estado do Paraná: os trabalhos da SPVS. In: GALVÃO, A. P. M. & PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Ed.). **Restauração Florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas. p. 87-102.

GALINDO-LEAL, C.; JACOBSEN, T. R.; LANGHAMMER, P. F. & OLIVIERI, S. 2005. Estado do *hotspots*: a dinâmica da perda de biodiversidade. In: GALINDO-LEAL, C. & CÂMARA, I. G. (Ed.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional. p. 12-23.

GÓMEZ-POMA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C.; & GUEVARA, S. 1977. The tropical rain forest: a nonrenewable resource. **Science**. 177: 762-765.

GUEDES, M. L. S.; BATISTA, M. A.; RAMALHO, M. FREITAS, H. M. B. & SILVA, E. M. 2005. Breve incursão sobre a biodiversidade da Mata Atlântica. In: FRANKE, C. R.; ROCHA, P. L. B. KLEIN, W. & GOMES, S. L. (Org.). **Mata Atlântica e biodiversidade**. Salvador: Universidade Federal da Bahia. p. 39-92.

HOLL, K. D. 1999. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate and soil. **Biotropica**. 31 (2): 229-242.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Social. 2001. **Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. Curitiba: IPARDES. 150 p.

JANZEN, D.H. 1988. Tropical ecological and biocultural restoration. **Science**. 239: 243-244.

JOLY, C. A.; SPIGOLON, J. R.; LIEBERG, S. A.; SALIS, S. M.; AIDAR, M. P. M.; METZGER, J. P. W.; ZICKEL, C. S.; LOBO, P. C.; SHIMABUKURO, M. T.; MARQUES, M. C. M. & SALINO, A. 2000. Projeto Jacaré- Pepira – O desenvolvimento de um modelo de recomposição da mata ciliar com base na florística regional. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. de F (Ed.). **Matas**

**ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: Universidade de São Paulo – FAPESP. p. 271-287.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R. E. 2003. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 29-48.

KAMO, K.; VACHARANGKURA, T.; TIYANON, S.; VIRIYABUNCHA, C.; NIMPILA, S.; DOANGSRISEN, B. 2002. Plant species diversity in tropical planted forests and implication for restoration of forest ecosystems in Sakaerat, northeastern Thailand. **JARQ**. 36(2): 111-118.

MACEDO, A. C. 1993. **Revegetação – matas ciliares e de proteção ambiental**. Governo do Estado de São Paulo: São Paulo. 25 p.

MORAES, L. F. D. & PEREIRA, T. S. 2003. Restauração ecológica em unidades de conservação. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 295-305.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. 403: 853-858.

OTSAMO, R. 2000. Secondary forest regeneration under fast-growing forest plantations on degraded *Imperata cylindrica* grasslands. **New-Forests**. 19: 69-93.

PARROTTA, J. A. 1991. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. 00: 1-19.

PARROTTA, J. A.; TURNBULL, J. W. & JONES, N. 1997. Catalysing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management**. 99:1-7.

PARROTTA, J. A. & KNOWLES, O. H. 2003. Restauração florestal em áreas de mineração da bauxita na Amazônia. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 307-330.

PIMM, S. L. & RAVEN, P. 2000. Extinction by numbers. **Nature**. 403: 843-845.

PIOTTO, D.; VÍQUEZ, E.; MONTAGNINI, F. & KANNINEN, M. 2004. Pure and mixed forest plantations with native species of dry tropics of Costa Rica: a comparison of growth and productivity. **Forest Ecology and Management**. 190: 359-372

POMPÉIA, S. 2005. Recuperação da vegetação da Serra do Mar em áreas afetadas pela poluição atmosférica de Cubatão: uma análise histórica. In: GALVÃO, A. P. M.

& PORFÍRIO-DA-SILVA, V. (Ed.). **Restauração Florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas. p. 119-143.

POWERS, J. S.; HAGGAR, J. P.; FISHER, R. F.; PARROTTA, J. A. & TURNBULL, J. W. 1997. The effect of overstory composition on understory wood regeneration and species richness in 7-year-old plantations in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**. 99: 43-54.

RAVAZANNI, C.; FAGNANI, J. P. & KOCH, Z. 1995. **Mata Atlântica – Atlantic rain forest**. Curitiba: Brasil Natureza. 109 p.

REASER, J. K.; GALINDO-LEAL, C. & ZILLER, S. R. 2005. Visitas indesejadas: a invasão de espécies exóticas. In: GALINDO-LEAL, C. & CÂMARA, I. G. (Ed.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional. p. 390-403.

RODRIGUES, R. R. & GANDOLFI, S. 2000. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo e FAPESP. p. 235-247.

SANTOS, C. J. F. 2003. Restauração ecológica associada ao social no contexto urbano: o Projeto Mutirão Reflorestamento. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 239-263.

SCHÄFFER, W. B. & PROCHNOW, M. (Org.). 2002. **A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília: APREMAVI. 156 p.

SIQUEIRA, L. P. 2002. Monitoramento de áreas restauradas no interior do Estado de São Paulo, Brasil. **Dissertação de mestrado**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. 116 p.

SOUZA, F. M. 2000. Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas. **Dissertação de mestrado**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. 69 p.

SOUZA, F. M. & BATISTA, J. L. F. 2004. Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**. 191: 185-200.

SOUZA-FILHO, A. P. S.; PEREIRA, A. A. G. & BAYMA, J. C. 2005. Aleloquímico produzido pela gramínea forrageira *Brachiaria humidicola*. **Planta Daninha**. 23 (1): 24-28.

TILKI, F. & FISHER, R. F. 1998. Tropical leguminous species for acid soils: studies on plant form and growth in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**. 108: 175-192.

UHL, C.; NEPSTAD, D.; SILVA, J. M. C. & VIEIRA, I. 1991. Restauração da floresta em pastagens degradadas. **Ciência Hoje**. 13 (76): 23-31.

VIEIRA, D. C. M. 2004. Chuva de sementes, banco de sementes e regeneração natural sob três espécies de início de sucessão em uma área restaurada em Iracemópolis (SP). **Dissertação de mestrado**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. 87 p.

WILSON, E. O. (Org.).1997. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira. 657 p.

YOUNG, T. P. 2000. Restoration ecology and conservation biology. **Biological Conservation**. 92: 73-83.

ZIMMERMAN, J. K.; PASCARELLA, J.B. & AIDE, T. M. 2000. Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. **Restoration Ecology**. 8 (4): 350-360.

## **CAPÍTULO 1**

**Sobrevivência, crescimento e regeneração natural de espécies arbóreas em dois sistemas de plantio, em área de restauração de Floresta Atlântica, litoral sul do Brasil.<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Capítulo organizado de acordo com as normas da revista *Forest Ecology and Management*.



## RESUMO

O plantio de mudas é a técnica mais tradicional empregada para se recompor o perfil estrutural e florístico de áreas a serem restauradas. O objetivo deste trabalho foi avaliar dois sistemas de plantio de espécies arbóreas nativas empregados na restauração de áreas de Floresta Atlântica convertidas em pastagens, na planície litorânea do sul do Brasil (24°45'-25°30' S e 48°00'-49°00' W), em dois experimentos. O primeiro, avaliando a sobrevivência e o crescimento de 14 espécies durante 12 meses após o plantio e o segundo, avaliando a regeneração natural em áreas de plantio mecanizado, comparando as linhas de plantio com as entre linhas, para verificar se o revolvimento do solo ocorrido na preparação do terreno estimula o banco de sementes. No experimento com o plantio, os resultados mostraram sobrevivência média de 85,64% e 74,21% das mudas nos plantios manual e mecanizado, respectivamente. As taxas de crescimento relativo (TCR) em altura e em diâmetro foram maior no plantio mecanizado. Não houve diferença no volume final das mudas entre os tratamentos. No plantio manual, *Mimosa bimucronata* apresentou alta taxas de sobrevivência, e se sobressaiu entre as demais espécies apresentando taxas de crescimento relativo em altura e em diâmetro muito superior. Nesses mesmos parâmetros, quatro espécies no plantio mecanizado se sobressaíram: *Mimosa bimucronata*, *Senna multijuga*, *Cecropia pachystachya* e *Aegiphila sellowiana*. A sobrevivência das mudas ao longo dos 12 meses apresentou variações que diferiram entre os tratamentos nos meses de verão, onde algumas espécies no tratamento mecanizado apresentaram maiores taxas de mortalidade. Picos de crescimento ao longo do ano foram semelhantes entre os tratamentos e coincidiram com os meses de maior fotoperíodo, a saber, novembro e dezembro. O experimento de avaliação da regeneração natural em áreas submetidas ao plantio mecanizado amostrou três áreas de pastagem há aproximadamente 1 ano e seis meses em processo de restauração. A regeneração foi mais abundante e a riqueza foi maior nos espaços entre as mudas do que entre as linhas de plantio, demonstrando que o revolvimento do solo atuou como estimulante do banco de sementes. O acompanhamento desses plantios e das transformações do ambiente ao longo do tempo, mostrará os caminhos seguidos pela sucessão e fornecerá informações importantes para as futuras ações de restauração de Floresta Atlântica, tão urgentes diante do estado de devastação em que se encontra esse importantíssimo bioma.

## ABSTRACT

Seedling plantation is the most traditional technique used to recompose the structural and floristic profile of areas liable to being restored. The present work aims at assessing two native trees specie plantation methods used in two experiments for restoring Atlantic Forest areas located in the southern Brazil coastal plain (24°45'-25°30' S and 48°00'-49°00' W) and which were converted into grazing areas. The first experiment assessed the survival and growth of 14 species 12 months after they were planted, the second assessed natural regeneration in mechanized plantation by comparing plantation lines and between lines, and check if soil turnover at preparation time stimulates the seed banks. The plantation experiment results showed that seedling average survival in manual and mechanized plantations was of 85.64% and 74.21% respectively. The height and diameter relative growth rates (RGR) were higher in the mechanized plantation. Comparing both treatments, there was not any difference in the final seedling volume. In the manual plantation, *Mimosa bimucronata* showed high survival rates and was distinguished from the other species by showing relative height and diameter growth superior. Using the same parameters, we can highlight four species in the mechanized plantation: *Mimosa bimucronata*, *Senna multijuga*, *Cecropia pachystachya* and *Aegiphila sellowiana*. In the summer months seedling survival showed different variations according to each treatment during the 12 months of the experiment. Some species in the mechanized treatment showed higher death rate than those in the manual treatment. The growth peaks were similar in both treatments and coincided with the months of higher photoperiod, that's to say, November and December. As samples, the natural regeneration assessment experiment in areas subjected to mechanized plantation selected three grazing areas submitted to restoration process for approximately one year and six months. Regeneration was more abundant and richness was higher in the spaces between seedlings than between the plantation lines, thus showing that soil turnover has stimulated the seedling banks. The implantation of pioneer species in grazing areas was efficient in both plantation methods. The mechanized plantation was also efficient concerning stimulus to natural regeneration. Following-up plantations and the consequent environment changes will show succession ways and will provide important information to guide future actions addressed to restoring the Atlantic Forest, what is urgent seeing the great devastation that important biome is being subject to.

## 1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais úmidas ocupam 7% da superfície da terra e são consideradas os ambientes mais ricos em biodiversidade, abrigando mais de 50% do total das espécies nas terras emersas do planeta (Myers et al. 2000). Originalmente, essas florestas cobriam entre 14 a 18 milhões de km<sup>2</sup> e atualmente, apenas metade dessa área são remanescentes (Skole & Tucker 1993). A região da Floresta Atlântica na América do Sul lidera a estatística mundial de perda de hábitat, com mais de 93% da área original já perdida, sendo considerada um dos cinco *hotspots* prioritários do mundo (Fonseca et al. 2005). Esse bioma, distribuído em mais de 23 graus de latitude sul, foi exposto a uma longa história de eventos geomorfológicos, climáticos e ecológicos que promoveram a diversidade biológica e a repartição de formações vegetacionais que hoje se interpenetram, oferecendo condições de sobrevivência para diferentes espécies, resultando em altíssimos níveis de biodiversidade regional (Guedes et al. 2005).

No Brasil, a Floresta Atlântica cobria originalmente 1.306.421 km<sup>2</sup>, cerca de 15% do território nacional, restando atualmente pouco mais de 100 mil km<sup>2</sup> (Schäffer & Prochnow 2002). Desde a colonização pelos portugueses e espanhóis, a Floresta Atlântica passou por uma longa história de uso intensivo da terra para exportação de produtos, incluindo os ciclos de exploração de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), da cana-de-açúcar, do café, do cacau e da pecuária, e mais recentemente, as formas intensivas de cultura de soja e a expansão dos reflorestamentos com *Pinus* e *Eucalyptus* contribuem para a perda de biodiversidade (Galindo-Leal & Câmara 2005).

Durante os últimos milhões de anos de sua evolução, as florestas úmidas estiveram produzindo seu próprio sistema de regeneração, a saber, o processo de sucessão secundária (Gómez-Pompa et al. 1972). Estima-se que são necessários, aproximadamente 140 a 200 anos para que uma floresta tropical de terra firme, estabelecida em áreas de cultivo abandonadas, apresente valores de biomassa similares aos da floresta madura na Amazônia venezuelana (Saldarriaga & Uhl 1991). Sabe-se que o poder regenerativo das florestas tropicais é claramente alto se há fonte de propágulos e se a intensidade do uso da terra antes do abandono não foi severa (Guariguata & Ostertag 2001).

Se uma determinada área sofreu impacto de forma a impedir, ou diminuir drasticamente sua capacidade de retornar ao estado original, pode-se promover uma nova dinâmica de sucessão ecológica provocando o aparecimento de diferentes espécies, tanto da flora, quanto da fauna (Reis et al. 1999). Nesse cenário, o plantio de mudas ainda continua sendo a técnica mais tradicional empregada para se recompor o perfil estrutural e florístico de áreas a serem restauradas (Silva 2003). Uma vez a árvore estabelecida, começam os processos de sucessão natural, pois esses primeiros colonizadores arbóreos são formadores de ilhas de regeneração pela atração de agentes dispersores (Uhl, 1991).

A restauração florestal é um instrumento essencial para a recuperação de uma enormidade de áreas que foram degradadas, devendo ter um compromisso de aplicar todo o conhecimento básico dos ecossistemas naturais, visando tornar essa restauração sustentável e resgatando um mínimo de forma e função inerentes aos mesmos (Kageyama et al. 2003).

O uso de grupos sucessionais para ordenar a alta diversidade de espécies da floresta tropical e organizá-las nos plantios, da mesma forma em que elas ocorrem na floresta natural, foi sem dúvida um grande salto no desenvolvimento da tecnologia de plantio de nativas (Kageyama & Gandara 2005). O método de plantio mais comumente utilizado no Brasil é o manual, onde as covas são feitas com uma cavadeira manual, porém, recentemente tem havido a utilização do método de plantio mecanizado, onde ocorre um revolvimento das camadas superficiais do solo nas linhas do plantio com o uso de implementos agrícolas. O método mecanizado é ainda pouco utilizado nos programas de restauração florestal e inexistente na literatura, até o momento, resultados alcançados ou informações sobre a eficiência desse método comparado ao método tradicional de plantio manual.

O objetivo do presente trabalho foi investigar a eficácia dos sistemas de plantio de espécies arbóreas nativas, manual e mecanizado, utilizados para restauração da Floresta Atlântica convertida em pastagem, procurando responder às seguintes perguntas:

- Entre os sistemas de plantio de espécies arbóreas nativas, manual e mecanizado, existem diferenças de sobrevivência, volume, crescimento em altura e em diâmetro das mudas?
- Como é o desenvolvimento das mudas nos plantios manual e mecanizado ao longo dos primeiros doze meses do plantio?

- Quais espécies, e em que sistemas apresentam maior sobrevivência e crescimento no campo?
- Em áreas de restauração submetidas ao plantio mecanizado, a regeneração natural é estimulada pelo revolvimento do solo, isto é, a abundância e a riqueza são diferentes entre as linhas de plantio (onde houve a mecanização do solo para o plantio das mudas) e as entre linhas?

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Áreas de Estudo

O estudo foi realizado na Reserva Natural Rio Cachoeira e Reserva Natural Serra do Itaqui, inseridas no domínio da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba (24°45'-25°30' S e 48°00'-49°00' W), Estado do Paraná, litoral sul do Brasil. Essas áreas pertenciam a antigas fazendas de criação de búfalo asiático, onde foram introduzidas gramíneas africanas do gênero *Brachiaria* (Poaceae) como pastagem. Atualmente pertencem a uma Organização Não-Governamental, a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), que em 2000, firmando parcerias internacionais, iniciou Projetos de Combate ao Aquecimento Global com a meta de restaurar mais de dois mil hectares de Floresta Atlântica em 40 anos (Ferretti e Britez 2005).

As áreas dos experimentos são pastagens de abandono recente, em solos hidromórficos e não-hidromórficos de diferentes classes, localizadas na planície com altitude próxima ao nível do mar. A vegetação original dessas áreas é denominada Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, que caracteriza-se por ser menos exuberante, apresentando árvores entre 15 a 20 m, a maioria de crescimento rápido, e subosque quase sempre pouco denso (Leite 1994). O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aft, descrito como tropical chuvoso sempre úmido, com temperatura média de 21,1° C. A precipitação média anual varia entre 2.000 e 3.000 mm com os maiores volumes de chuva ocorrendo no verão, nos meses de dezembro a março (Ipardes 2001) (Figura 2).

### 2.2. Experimento 1: Restauração com diferentes sistemas de plantio

Na Reserva Natural Rio Cachoeira, em área de pastagem com *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick e solo do tipo Gleissolo háplico, foi implantado um experimento para avaliar a eficiência de dois sistemas de plantio de espécies arbóreas nativas, 15 dias após a retirada dos búfalos do pasto (julho de 2004) (Anexo A. Figuras 1 e 2). Foram testados dois tratamentos, plantio manual e plantio mecanizado, em blocos ao acaso de 20 x 20 m, com três repetições (Anexo A.

Figura 3). Foram utilizadas dez espécies arbóreas nativas pioneiras em cada método de plantio, sendo que seis delas eram comuns a ambos, totalizando 625 indivíduos (Tabela 1). As mudas foram produzidas no viveiro da Reserva Natural Rio Cachoeira.

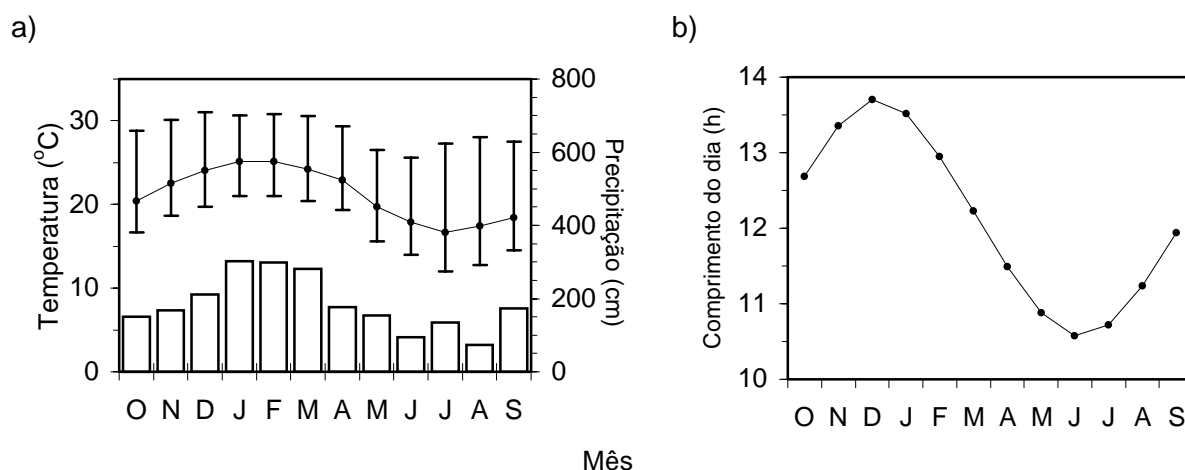


Figura 2. Valores médios de precipitação e temperatura (média, máxima e mínima), para o período de 1948 – 1993 (a) e comprimento do dia (b), para a região de Paranaguá - PR.

Fonte: a) Brites 1994 *apud* Marques 2002; b) medida astronômica padrão para a latitude ([www.saunalahti.fi/~jlammi/sun.ph](http://www.saunalahti.fi/~jlammi/sun.ph) p3/) *apud* Marques 2002.

As 14 espécies escolhidas para comporem os plantios têm ocorrência natural em fragmentos de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa), são classificadas como pioneiras (com exceção de *Eugenia multicostata*), isto é, são intolerantes à sombra e geralmente possuem sementes pequenas dispersas pelo vento ou por animais, rápido crescimento e ampla distribuição geográfica (Whitmore 1991). As espécies apresentam boa disponibilidade de matrizes para coleta de sementes na região e facilidade para produzirem mudas em viveiro.

Os procedimentos para o plantio mecanizado foram a passagem do sub-solador e da enxada rotativa acoplados ao trator nas linhas de plantio, em um dia seco, sem chuva. As mudas foram produzidas em tubetes de polipropileno com 50 cm<sup>3</sup>, com substrato florestal. As mudas foram plantadas em um dia de chuva, com espaçamento de 1,5 m x 2,5 m, dispostas ao acaso (densidade total de 2666 ind.ha<sup>-1</sup>), apresentando altura média inicial de 15 cm.

No plantio manual foi feito o coveamento com cavadeira manual, nas linhas de plantio. As mudas foram produzidas em saco de polietileno preto, 12 x 20 cm, com substrato de área de empréstimo da própria Reserva. As mudas foram

Tabela 1. Relação das espécies arbóreas; respectivas famílias; nome comum; características (segundo Lorenzi, 1992 e 1998); tratamento e nº de mudas, em experimento de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

Família	Espécie	Nome comum	Características	Tratamento (Nº mudas)
Caesalpiniaceae	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	guapuruvu	Altura 20-30 m; decídua; heliófita; seletiva higrófitas; dispersão anemocórica.	Manual (16)
Caesalpiniaceae	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) Irwin et Barneby	aleluia, pau-cigarra	Altura 6-10 m; copa pequena e estreita; decídua; heliófita; indiferente às condições do solo; alta produção anual de sementes; dispersão autocórica.	Mecanizado (20)
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	embaúba-branca	Altura 4-7 m; perenifolia; heliófita; seletiva higrófitas; alta produção anual de sementes; dispersão zoocórica.	Mecanizado (24)
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	tapiá	Altura 10-20 m; copa densa; perenifolia; heliófita; seletiva higrófitas; frutos duas vezes ao ano; dispersão zoocórica.	Manual (32) Mecanizado (43)
Euphorbiaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Fr. All.	licurana	Altura 20-30 m; perenifolia; heliófita ou esciófita; levemente higrófitas ou indiferente às condições do solo; dispersão zoocórica.	Mecanizado (24)
Mimosaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	ingá-vermelho	Altura 6-25 m; copa geralmente ampla e baixa; semidecídua; heliófita; seletiva higrófitas; alta produção anual de sementes; dispersão zoocórica.	Manual (40)
Mimosaceae	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	ingá-branco	Altura 10-20 m; copa ampla e baixa; perenifolia; heliófita; seletiva higrófitas; alta produção anual de sementes; dispersão zoocórica.	Manual (27) Mecanizado (40)
Mimosaceae	<i>Inga marginata</i> Willd.	ingá-feijão	Altura 5-15 m; semidecídua; heliófita; seletiva higrófitas; dispersão zoocórica.	Manual (22) Mecanizado (20)
Mimosaceae	<i>Mimosa bimucronata</i> (D. C.) O. Kuntze	maricá	Altura 4-8 m; copa arredondada e baixa; decídua; heliófita; seletiva higrófitas; alta produção anual de sementes; dispersão anemocórica.	Manual (30) Mecanizado (24)
Myrtaceae	<i>Eugenia multicostata</i> Legr.	pau-alazão	Altura 20-30 m; copa larga e espessa; seletiva higrófitas; dispersão zoocórica (Legrand & Klein 1969).	Manual (30)
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	araçá	Altura 3-6 m; perenifolia ou semidecídua; heliófita; seletiva higrófitas; alta produção anual de sementes; dispersão zoocórica.	Mecanizado (55)
Verbenaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i> Cham.	pau-tamanco	Altura 4-7 m; decídua; heliófita; indiferente às condições do solo; alta produção anual de sementes; dispersão zoocórica.	Manual (31) Mecanizado (20)
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	jacataúva	Altura 8-20 m; decídua; heliófita; seletiva higrófitas; alta produção anual de sementes; dispersão zoocóricas.	Manual (40) Mecanizado (61)
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	crindiúva	Altura 5-12 m; perenifolia ou semidecídua; heliófita; alta produção anual de sementes; dispersão zoocórica.	Manual (23)



plantadas em um dia de chuva, com espaçamento de 1,8 m x 2,5 m, dispostas ao acaso (densidade total de 2222 ind.ha<sup>-1</sup>), apresentando altura média inicial de 43 cm.

Em ambos os tratamentos, procedeu-se adubação com esterco fresco na proporção de 1,5 kg.muda<sup>-1</sup> no quarto mês de plantio. O coroamento das mudas foi feito manualmente no quarto e no oitavo mês. No décimo segundo mês foi feito coroamento e limpeza das entre linhas com roçadeira mecânica.

A sobrevivência e o crescimento em altura das mudas foram medidos mensalmente. O diâmetro da base foi medido no primeiro e no décimo segundo mês após o plantio.

O incremento em altura e diâmetro de cada indivíduo, ao longo dos 12 meses, foi calculado pela taxa de crescimento relativo (TCR), que expressa o crescimento em termos de taxa de aumento no tamanho por unidade de tamanho inicial, pela fórmula (Hunt 1990 apud Alvarez-Aquino et al 2004):

$$TCR = \frac{\log_e H_2 - \log_e H_1}{t_2 - t_1}$$

onde  $H_1$  e  $H_2$  são as medidas de altura/diâmetro das mudas em diferentes momentos ( $t_2 - t_1$ ). Quando ocorria um decréscimo em altura ou diâmetro da muda num período de tempo e a TCR apresentava um valor negativo, o mesmo era igualado a zero.

Para analisar o incremento de biomassa de cada indivíduo ao longo do experimento, foi calculado o volume pela fórmula (Tilki & Fisher 1998):

$$\text{Volume} = \text{diâmetro da base}^2 \times \text{altura} \times 0.4$$

As médias de sobrevivência, de altura e de volume final e inicial e das taxas de crescimento relativo em altura e em diâmetro das mudas, nos tratamentos manual e mecanizado, foram comparadas por teste-t (Zar 1999).

A comparação das médias das taxas de crescimento relativo em altura e em diâmetro dos indivíduos no mesmo tratamento foi feita por análise de variância (ANOVA) e a existência de diferença entre os pares de médias comprovada por teste Tukey-Kramer (Zar 1999). As médias de sobrevivência, das taxas de crescimento relativo em altura e em diâmetro das mudas das seis espécies comuns aos tratamentos, foram comparadas por teste-t.

A comparação entre a sobrevivência média e a TCR em altura dos indivíduos nos intervalos de tempo de um mês, entre os tratamentos manual e mecanizado, foi feita pelo teste-t.

Sempre que necessário, os valores em porcentagem foram transformados (arco seno da raiz quadrada da proporção) para as análises.

### 2.3 Experimento 2: Regeneração natural em áreas de plantio mecanizado

Foram escolhidas três áreas de antigas pastagens em processo de restauração, com aproximadamente a mesma idade (1 ano e 6 meses), onde mudas de espécies arbóreas nativas foram plantadas pelo método mecanizado (Anexo B. Figura 1). Em todas as áreas foram feitas manutenções a cada quatro meses, o que inclui roçada mecânica das entre-linhas e do em torno das mudas plantadas. Uma das áreas está situada na Reserva Natural Serra do Itaqui, em solo do tipo Cambissolo gleico, com vegetação arbórea pouco expressiva e presença marcante de *Brachiaria* spp.. As outras duas áreas estão situadas na Reserva Natural Rio Cachoeira, sendo a primeira em Cambissolo flúvico, apresentando uma vegetação mais desenvolvida e muito pouca *Brachiaria* spp. no subosque, e a segunda em Gleissolo háplico com vegetação expressiva nas linhas de plantio e pasto nas entre linhas.

Para a avaliação da regeneração natural foram escolhidas linhas de plantio ao acaso onde foram lançadas parcelas de 1m<sup>2</sup> entre as mudas e, paralelamente, entre as linhas de plantio. Em cada uma das áreas foram alocadas 120 parcelas, sendo 60 no espaço entre as mudas e 60 entre as linhas.

Nessas parcelas, todos os indivíduos arbustivo-arbóreos (exceto aqueles plantados) foram amostrados, sendo anotada a parcela, a morfoespécie e a altura. Quando necessário, foi feita coleta de material vegetal para posterior identificação em laboratório.

Para comparação da riqueza e da densidade médias entre as três áreas de estudo foi feita a análise de variância (ANOVA), e a existência de diferença entre os pares de médias comprovada por teste Tukey-Kramer. As médias de densidade e altura dos indivíduos regenerados nas linhas e entre linhas foram comparadas por teste-t.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 EXPERIMENTO 1: RESTAURAÇÃO COM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO

##### 3.1.1 Comportamento geral das mudas nos tratamentos manual e mecanizado

Ao final do primeiro ano de acompanhamento do processo de restauração, observou-se, no geral, uma alta taxa de sobrevivência das mudas (80%) (Anexo A. Figuras 4, 5, 6 e 7). Cerca de 90% das mortes foi causada por estresse hídrico. Vespeiros se instalaram em três mudas de *Inga edulis* e em uma de *Mimosa bimucronata*, mas não comprometeram a sobrevivência dos indivíduos. Não houve problemas com formigas, apesar dos inúmeros formigueiros que se formaram próximos às mudas na área do coroamento. Foi freqüente o avistamento de buracos de tatu próximos à base das mudas, durante a última coleta de dados, aparentemente não prejudicando as mesmas.

Entre os tratamentos manual e mecanizado, a diferença nas taxas de sobrevivência média das mudas ao final do experimento não foi significativa ( $t_{1,5}=1,75$ ;  $P>0,05$ ) (Figura 3).

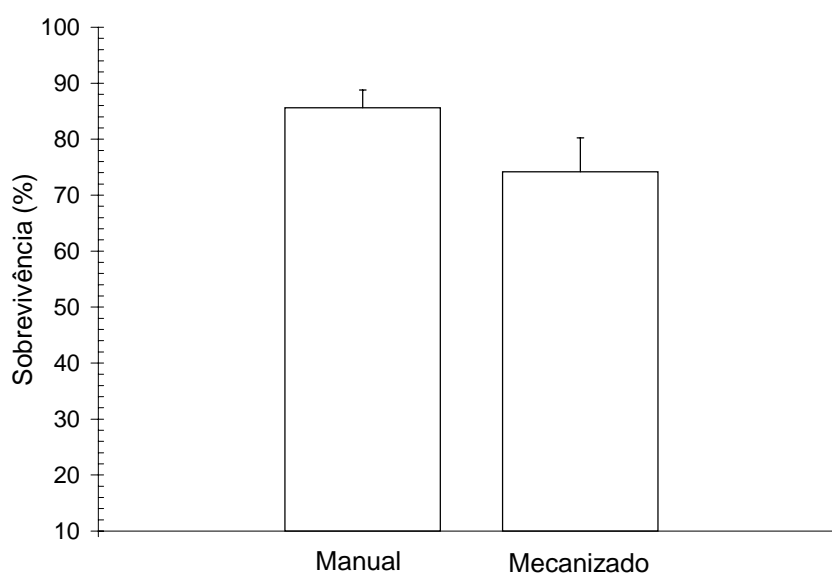


Figura 3. Sobrevivência média das mudas nos tratamentos manual e mecanizado, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

No entanto, na comparação mensal das taxas de sobrevivência entre os tratamentos, houve uma maior mortalidade de mudas no tratamento mecanizado no período de verão: dezembro ( $t_{1,5}=3,34$ ;  $P<0,05$ ), janeiro ( $t_{1,5}=5,85$ ;  $P<0,05$ ), fevereiro ( $t_{1,5}=9,26$ ;  $P<0,05$ ) e março ( $t_{1,5}=3,59$ ;  $P<0,05$ ) (Figura 4). Nos demais meses do ano, a diferença na taxa de sobrevivência não foi significativa.

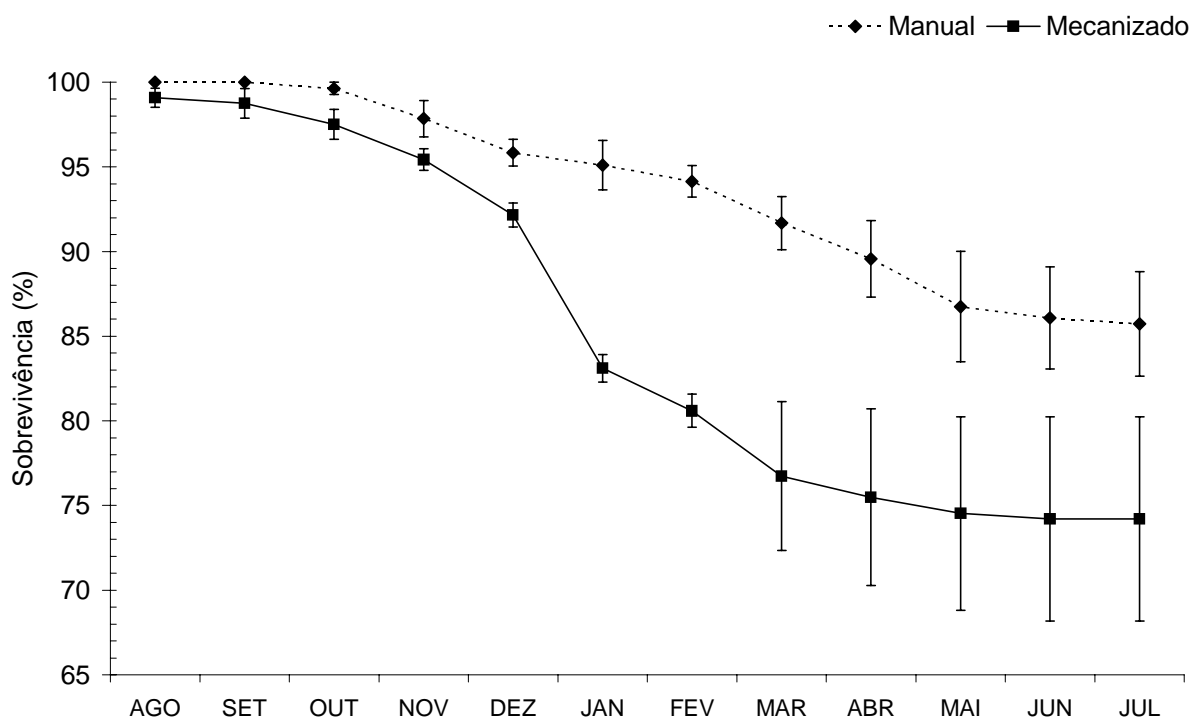


Figura 4. Sobrevivência média das mudas nos tratamentos manual e mecanizado ao longo dos primeiros 12 meses do plantio, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

Havia diferenças na altura ( $t_{1,621}=20,22$ ;  $P<0,05$ ) e no volume ( $t_{1,621}=6,51$ ;  $P<0,05$ ) médios iniciais das mudas entre os tratamentos manual e mecanizado devido ao tipo de recipiente utilizado em cada método (saco de polietileno ou tubete), implicando em diferentes quantidades de substrato (maior no saco de polietileno). As mudas no tratamento manual continuaram apresentando altura média superior às do mecanizado ao final dos 12 meses ( $t_{1,496}=4,07$ ;  $P<0,05$ ) (Figura 5a), porém o volume médio final não foi diferente entre os tratamentos ( $t_{1,496}=1,637$ ;  $P>0,05$ ) (Figura 5b).

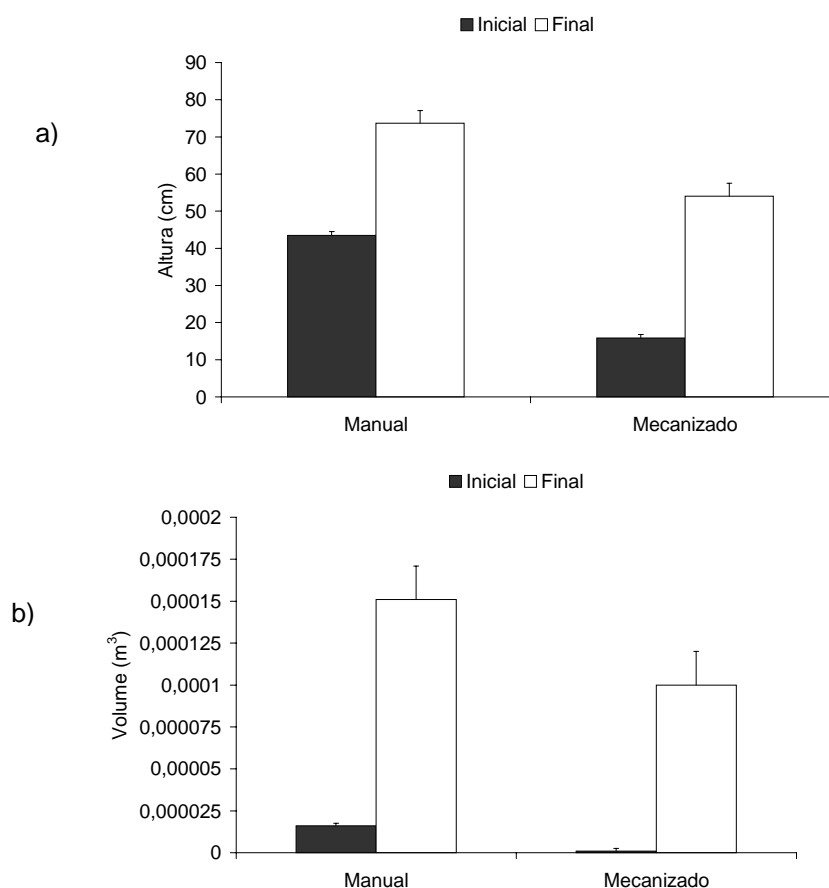


Figura 5. Altura média inicial e final (a) e Volume médio inicial e final (b) das mudas nos tratamentos manual e mecanizado, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), Paraná.

As mudas apresentaram maiores taxas de crescimento relativo (TCR) em altura ( $t_{1,421}=5,60$ ;  $P<0,05$ ) e em diâmetro da base ( $t_{1,469}=3,22$ ;  $P<0,05$ ) no tratamento mecanizado (Figura 6).

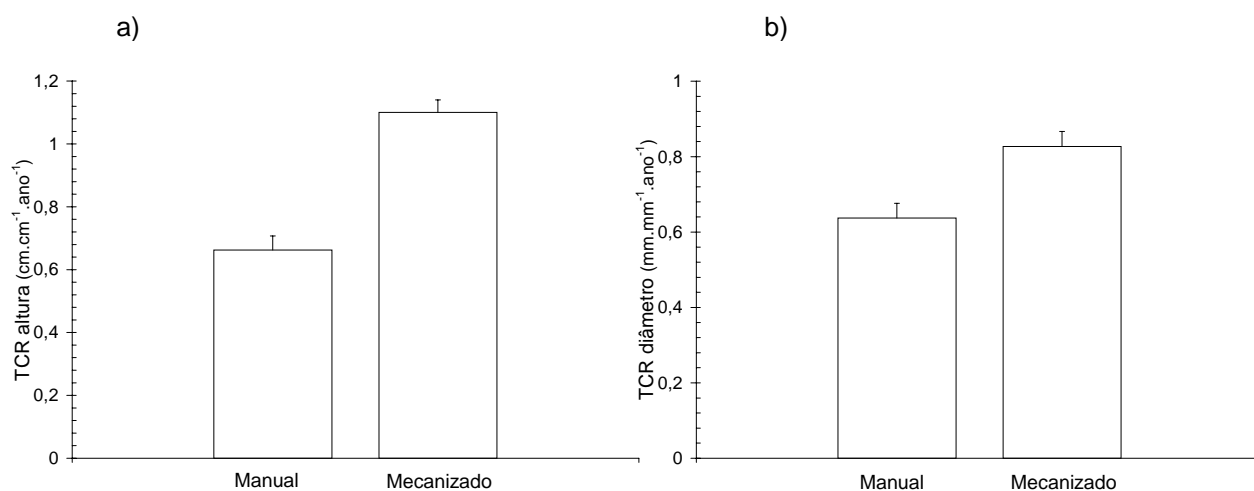


Figura 6. Taxa de crescimento relativo (TCR) em altura (a) e em diâmetro da base (b) das mudas nos tratamentos manual e mecanizado, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

A taxa de crescimento relativo das mudas em função do tempo de plantio apresentou variações significativas entre os tratamentos em todos os 12 meses (Figura 7). As mudas no tratamento manual apresentaram maior crescimento relativo nos meses de agosto ( $t_{1,605}=5,49$ ;  $P<0,05$ ) e setembro ( $t_{1,478}=5,18$ ;  $P<0,05$ ). Nos meses subseqüentes, as mudas no tratamento mecanizado apresentaram uma maior taxa de crescimento relativo (Figura 7): outubro ( $t_{1,521}=3,38$ ;  $P<0,05$ ), novembro ( $t_{1,538}=3,45$ ;  $P<0,05$ ), dezembro ( $t_{1,449}=11,0$ ;  $P<0,05$ ), janeiro ( $t_{1,448}=7,80$ ;  $P<0,05$ ), fevereiro ( $t_{1,393}=5,43$ ;  $P<0,05$ ), março ( $t_{1,407}=5,89$ ;  $P<0,05$ ), abril ( $t_{1,308}=6,50$ ;  $P<0,05$ ), maio ( $t_{1,359}=2,32$ ;  $P<0,05$ ) e junho ( $t_{1,456}=3,75$ ;  $P<0,05$ ).

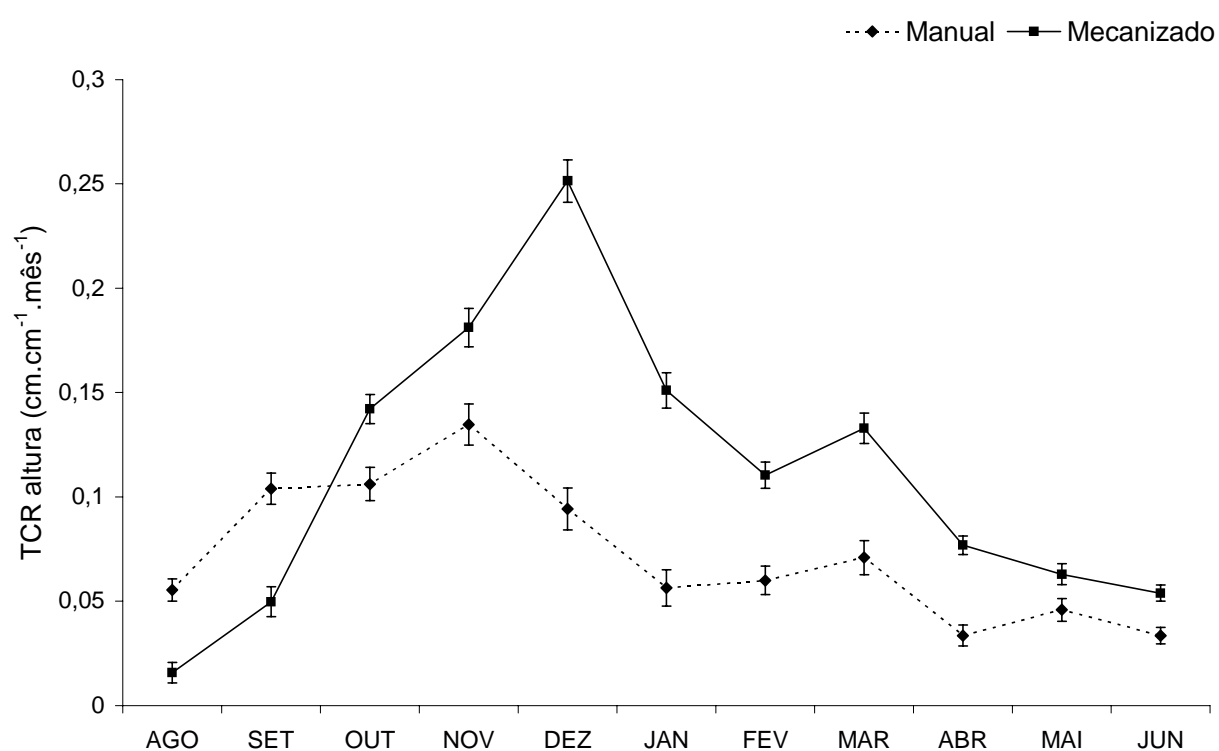


Figura 7. Taxa de crescimento relativo (TCR) em altura das mudas nos tratamentos manual e mecanizado ao longo de 12 meses, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

### 3.1.2 Comportamento das Espécies no Tratamento Manual

Das dez espécies utilizadas no tratamento manual, oito apresentaram sobrevivência média acima de 80%. Não houve mortalidade para *Citharexylum myrianthum*, *Inga laurina*, *Inga edulis* e *Mimosa bimucronata* (Figura 8).

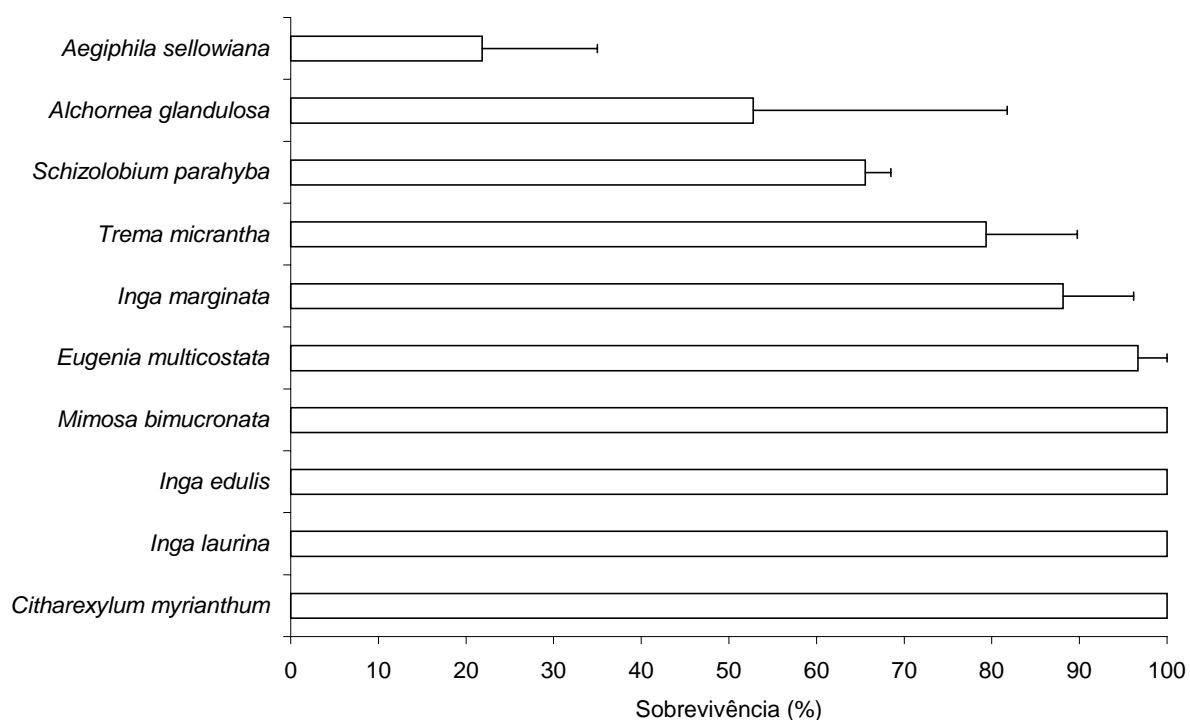


Figura 8. Sobrevivência média das mudas no tratamento manual, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

A taxa de crescimento relativo (TCR) em altura das espécies no tratamento manual foi distinta ( $r^2=0,81$ ;  $F_{9,188}=86,2$ ;  $P<0,05$ ) (Figura 9). *Mimosa bimucronata* se sobressaiu entre as espécies, apresentando uma taxa crescimento relativo muito superior às demais. *Alchornea glandulosa*, *Inga edulis*, *Trema micrantha*, *Schizolobium parahyba* e *Aegiphila sellowiana* tiveram um crescimento intermediário. *Inga laurina*, *Inga marginata*, *Eugenia multicostata* e *Citharexylum myrianthum* apresentaram as menores TCRs (Figura 9). Essa última espécie, com a menor taxa de crescimento relativo entre as dez, apresentou secamento do ápice do ramo principal em 91% de suas mudas, o que levou a eliminação desses indivíduos da análise.

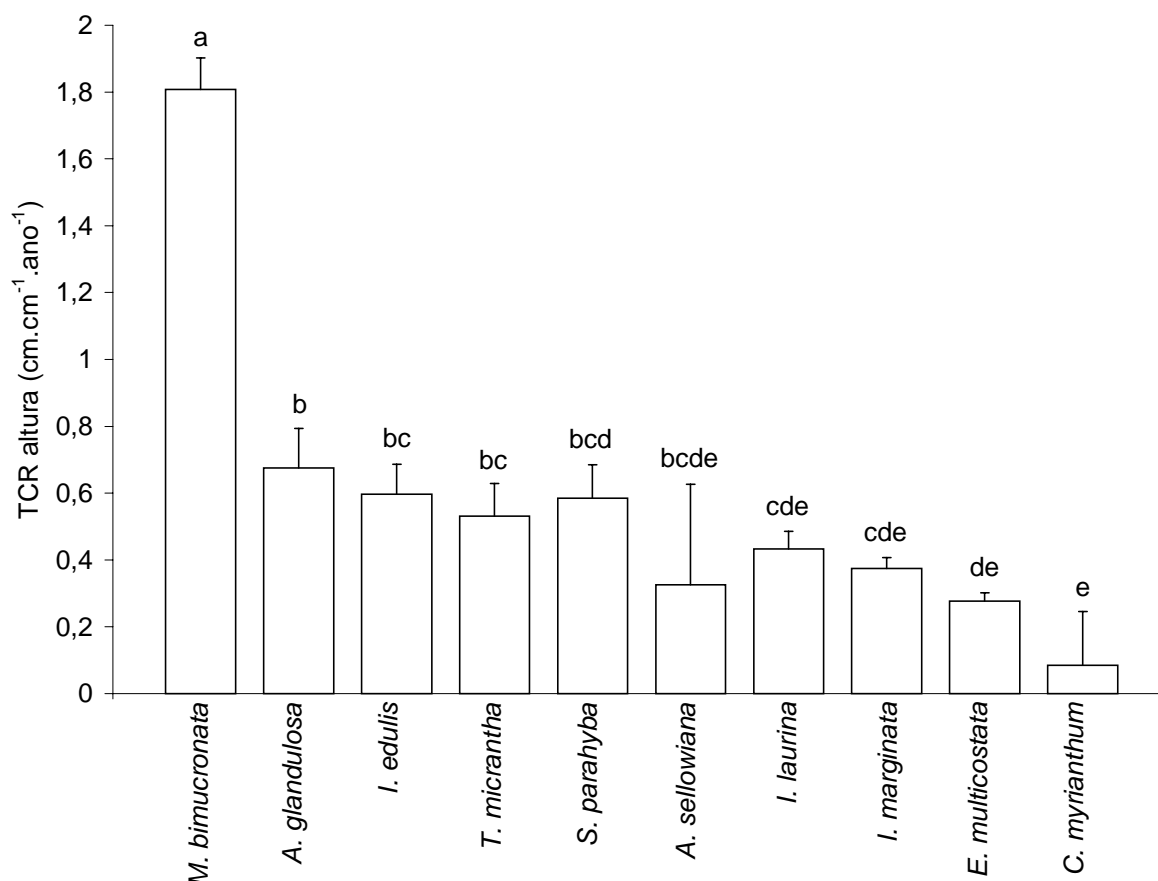


Figura 9. Taxa de crescimento relativo (TCR) em altura das espécies no tratamento manual, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil. *Mimosa bimucronata* n=30; *Alchornea glandulosa* n=20; *Inga edulis* n=19; *Trema micrantha* n=17; *Schizolobium parahyba* n=6; *Aegiphila sellowiana* n=4; *Inga laurina* n=27; *Inga marginata* n=33; *Eugenia multicostata* n=28; *Citharexylum myrianthum* n=5. Médias com a mesma letra são significativamente iguais ( $P>0,05$ ).



Também foi significativa a diferença na taxa de crescimento relativo em diâmetro da base entre as espécies no tratamento manual ( $r^2=0,75$ ;  $F_{9;224}=75,54$ ;  $P<0,05$ ) (Figura 10). Assim como no crescimento relativo em altura, *M. bimucronata* apresentou uma taxa de crescimento em diâmetro bastante superior às demais espécies. *I. laurina*, *I. edulis*, *I. marginata* e *A. sellowiana* apresentaram valores intermediários e *A. glandulosa*, *S. parahyba*, *T. micrantha*, *E. multicostata* e *C. myrianthum* os menores valores (Figura 10).

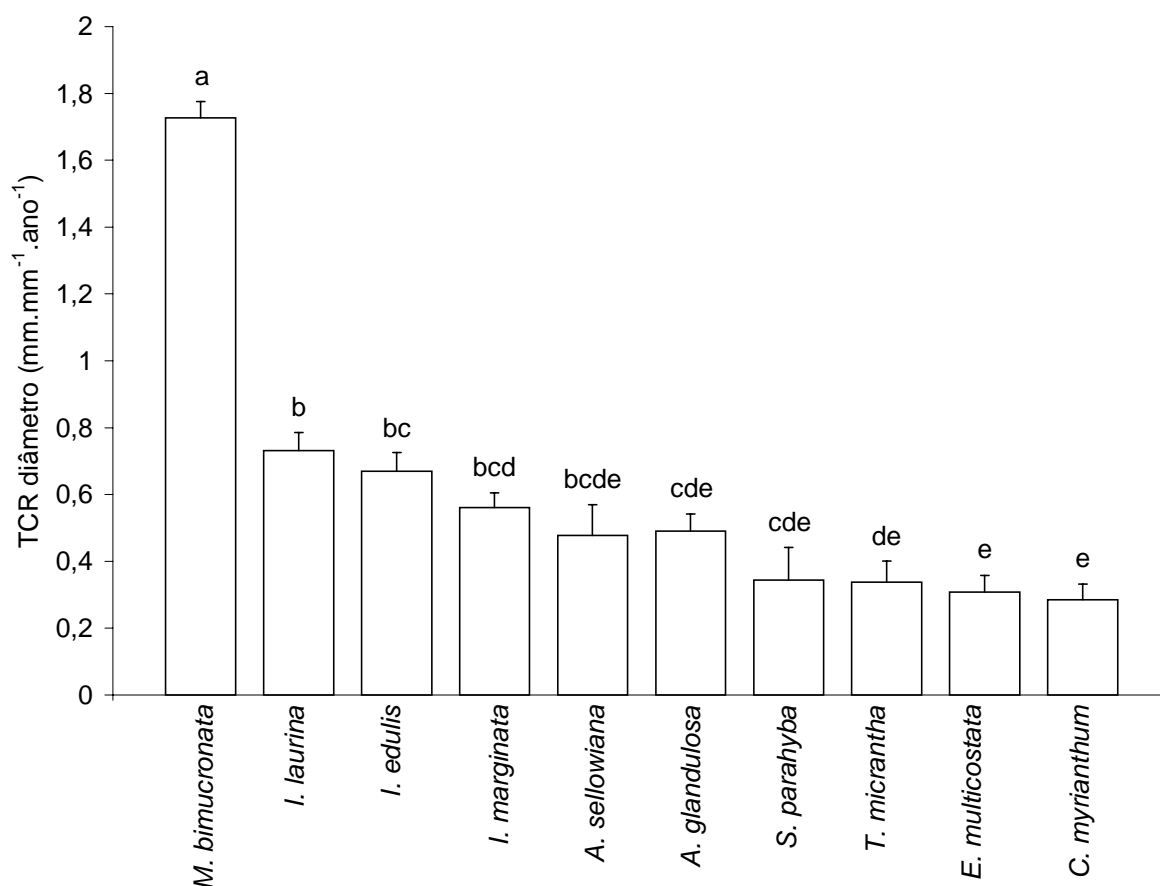


Figura 10. Taxa de crescimento relativo (TCR) em diâmetro da base das espécies no tratamento manual, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil. *Mimosa bimucronata* n=30; *Inga laurina* n=24; *Inga edulis* n=22; *Inga marginata* n=34; *Aegiphila sellowiana* n=8; *Alchornea glandulosa* n=26; *Schizolobium parahyba* n=7; *Trema micrantha* n=17; *Eugenia multicostata* n=27; *Citharexylum myrianthum* n=31. Médias com a mesma letra são significativamente iguais ( $P>0,05$ ).

### 3.1.3 Comportamento das espécies no tratamento mecanizado

Das dez espécies utilizadas no tratamento mecanizado, cinco apresentaram sobrevivência maior do que 80% (Figura 11). Não houve mortalidade para *Inga laurina* e *Cecropia pachystachya*.

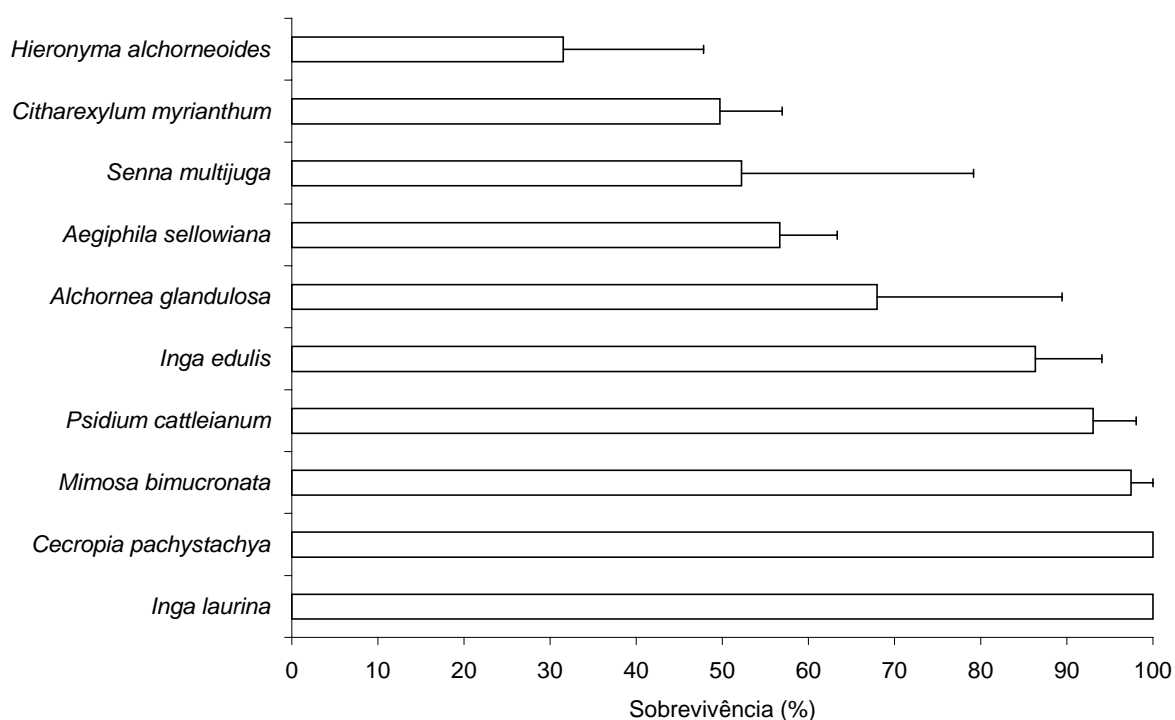


Figura 11. Sobrevivência média das mudas no tratamento mecanizado, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

A taxa de crescimento relativo (TCR) em altura das espécies no tratamento mecanizado foi distinta ( $r^2=0,36$ ;  $F_{9;232}=14,15$ ;  $P<0,05$ ) (Figura 12). *M. bimucronata* apresentou o maior crescimento relativo entre as espécies, seguida por *S. multijuga*, *A. sellowiana* e *C. pachystachya*, as quais também apresentaram crescimento relativo alto. As demais espécies, *A. glandulosa*, *H. alchorneoides*, *I. edulis*, *I. laurina* e *P. cattleianum*, com exceção de *C. myrianthum* com a menor taxa de crescimento, apresentaram crescimento intermediário (Figura 12).

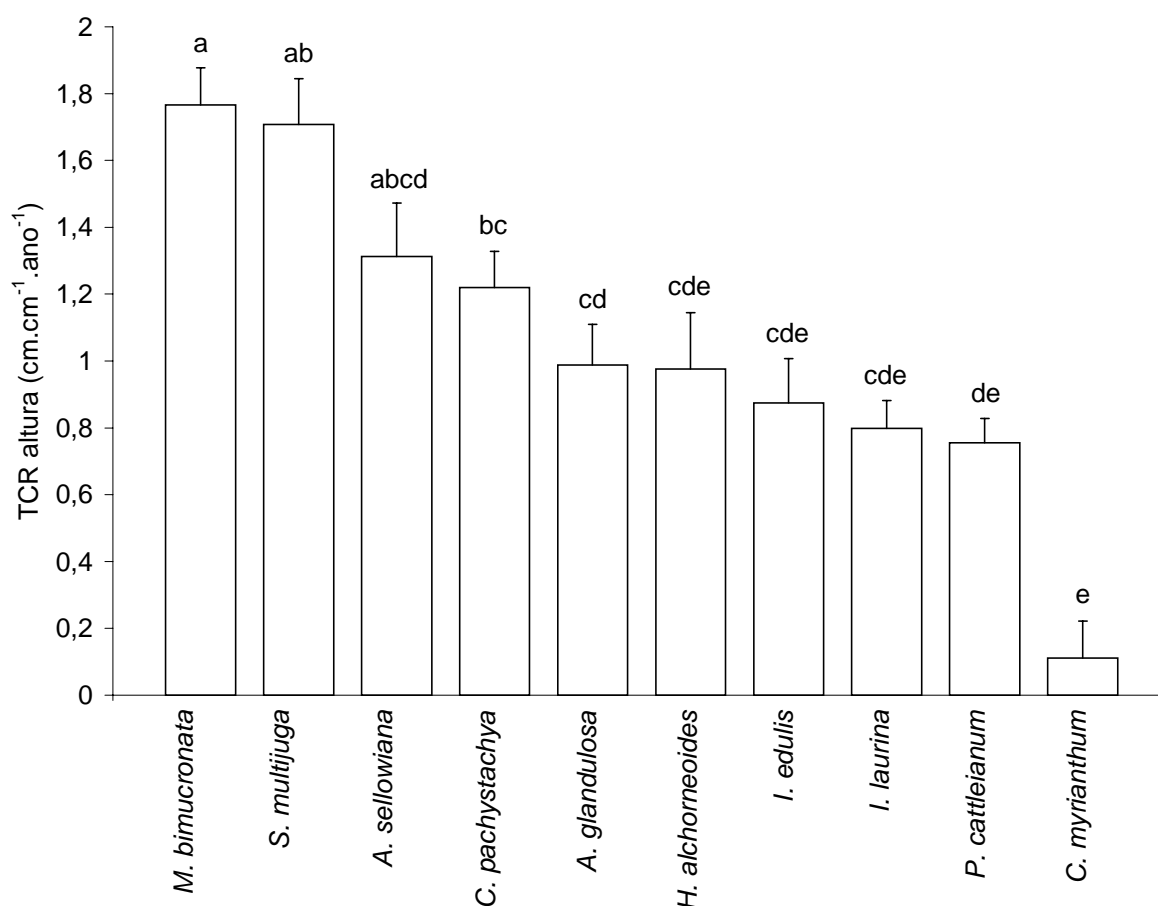


Figura 12. Taxa de crescimento relativo (TCR) em altura das espécies do tratamento mecanizado, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil. *Mimosa bimucronata* n=23; *Senna multijuga* n= 15; *Cecropia pachystachya* n= 23; *Alchornea glandulosa* n= 21; *Aegiphila sellowiana* n= 11; *Inga laurina* n=40; *Inga edulis* n=16; *Psidium cattleianum* n=52; *Hieronyma alchorneoides* n=10; *Citharexylum myrianthum* n=23. Médias com a mesma letra são significativamente iguais ( $P>0,05$ ).

Também foi significativa a diferença na taxa de crescimento relativo em diâmetro da base entre as espécies no tratamento mecanizado ( $r^2=0,40$ ;  $F_{9;222}=15,84$ ;  $P<0,05$ ) (Figura 13). Assim como no crescimento em altura, *M. bimucronata* e *S. multijuga* apresentaram as maiores taxas de crescimento relativo em diâmetro, seguidas por *C. pachystachya* e *A. sellowiana* apresentando crescimento semelhante. Outras espécies com taxa de crescimento relativo semelhante foram *A. glandulosa*, *H. alchorneoides* e *I. laurina*; *P. cattleianum*, *I. edulis* e *C. myrianthum* (Figura 13).

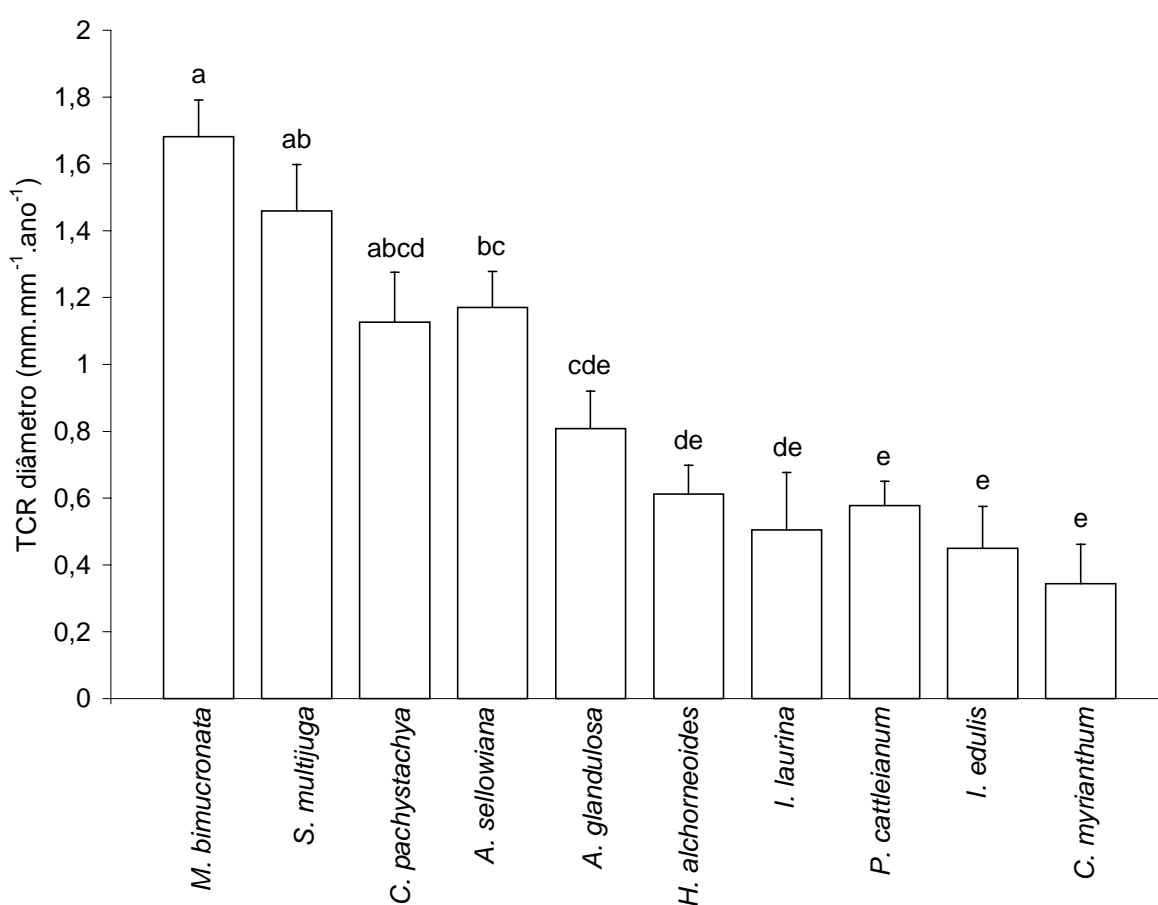


Figura 13. Taxa de crescimento relativo (TCR) em diâmetro da base das espécies no tratamento mecanizado, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil. *Mimosa bimucronata* n=22; *Senna multijuga* n= 14; *Cecropia pachystachya* n= 23; *Aegiphila sellowiana* n= 12; *Alchornea glandulosa* n= 21; *Hieronyma alchorneoides* n=9; *Inga laurina* n=36; *Psidium cattleianum* n=50; *Inga edulis* n=17; *Citharexylum myrianthum* n=19. Médias com a mesma letra são significativamente iguais ( $P>0,05$ ).

### 3.1.4 Comportamento das Seis Espécies Comuns aos Tratamentos Manual e Mecanizado

Entre as espécies comuns aos tratamentos, não houve diferença na taxa de sobrevivência média, com exceção de *C. myrianthum* que apresentou maior sobrevivência média no tratamento manual ( $t_{1,5}=10,8$ ;  $P<0,001$ ) (Figura 14).

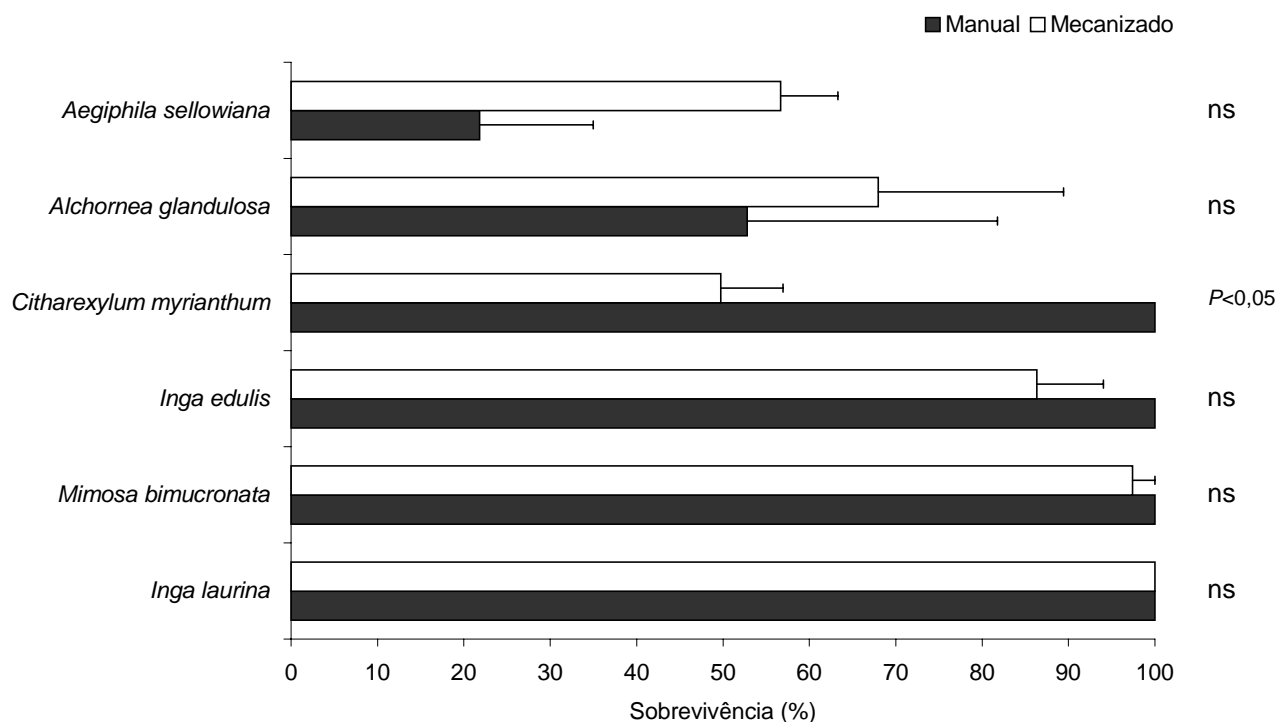


Figura 14. Sobrevivência média das espécies comuns aos tratamentos manual e mecanizado, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

ns= diferença não significativa

Com relação à taxa de crescimento relativo em altura, *A. sellowiana* *I. edulis* e *I. laurina* apresentaram maior crescimento no tratamento mecanizado. Para *M. bimucronata*, *A. glandulosa* e *C. myrianthum* a taxa crescimento relativo em altura foi a mesma nos dois tratamentos (Figura 15).

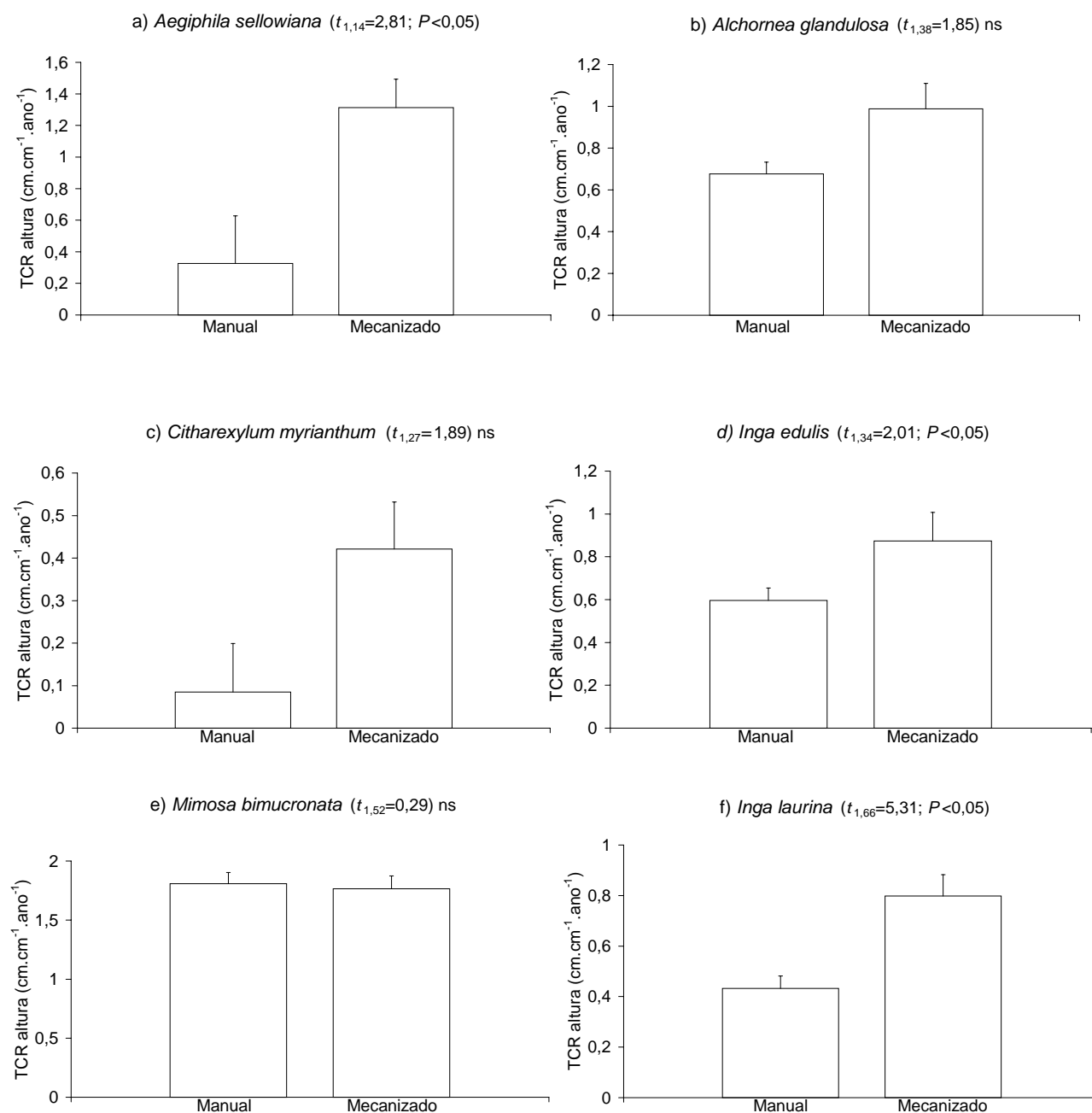


Figura 15. Taxa de crescimento relativo (TCR) em altura entre as espécies comuns aos tratamentos manual e mecanizado, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

ns= diferença não significativa

As taxas de crescimento relativo em diâmetro da base para *A. sellowiana* e *A. glandulosa* foram maiores no tratamento mecanizado. *I. edulis* apresentou maior crescimento no tratamento manual. Não houve diferença entre os tratamentos para *M. bimucronata*, *I. laurina* e *C. myrianthum* (Figura 16).

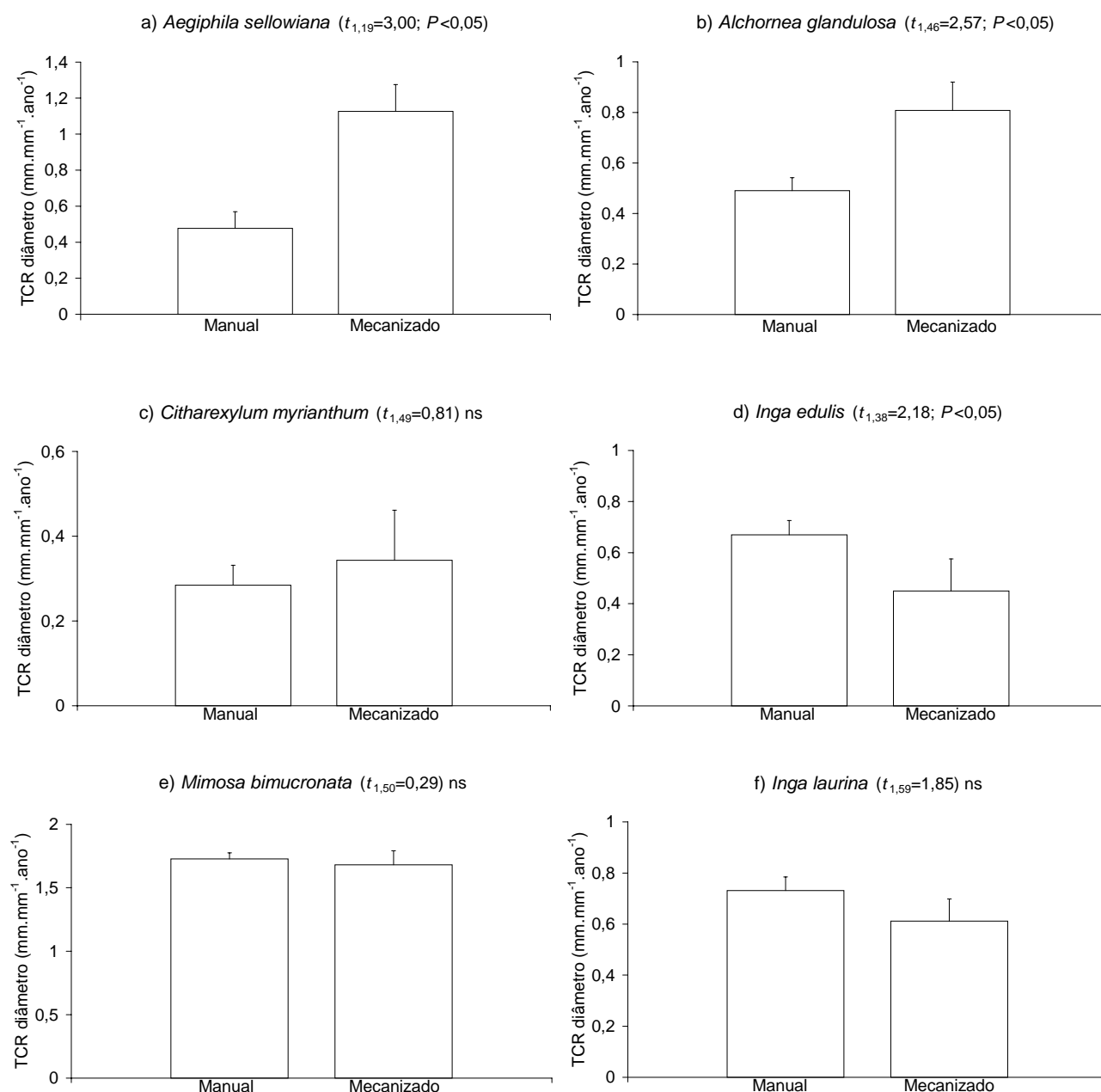


Figura 16. Taxa de crescimento relativo (TCR) em diâmetro da base entre as espécies comuns aos tratamentos manual e mecanizado, em área de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.  
ns= diferença não significativa

### 3.2 EXPERIMENTO 2: REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREAS DE PLANTIO MECANIZADO

Nas três áreas de estudo, foram amostrados 225 indivíduos, pertencentes a 18 morfoespécies, regenerando nas linhas e entre linhas (Anexo B. Tabela 1), sendo que destes, 88 eram *Vernonia beyrichii* (assa-peixe) e 62, *Sida* spp. (guanxuma).

A riqueza média de espécies apresentada nas três áreas de estudo não diferiram entre si ( $r^2=0,045$ ;  $F_{2;5}=1,21$ ;  $P>0,05$ ) (Figura 17a). Com relação à densidade média de indivíduos presentes na regeneração natural, a variação entre as áreas foi significativa ( $r^2=0,024$ ;  $F_{2;359}=4,34$ ;  $P<0,05$ ), sendo que a área de Cambissolo gleico apresentou densidade inferior às demais (Figura 17b).

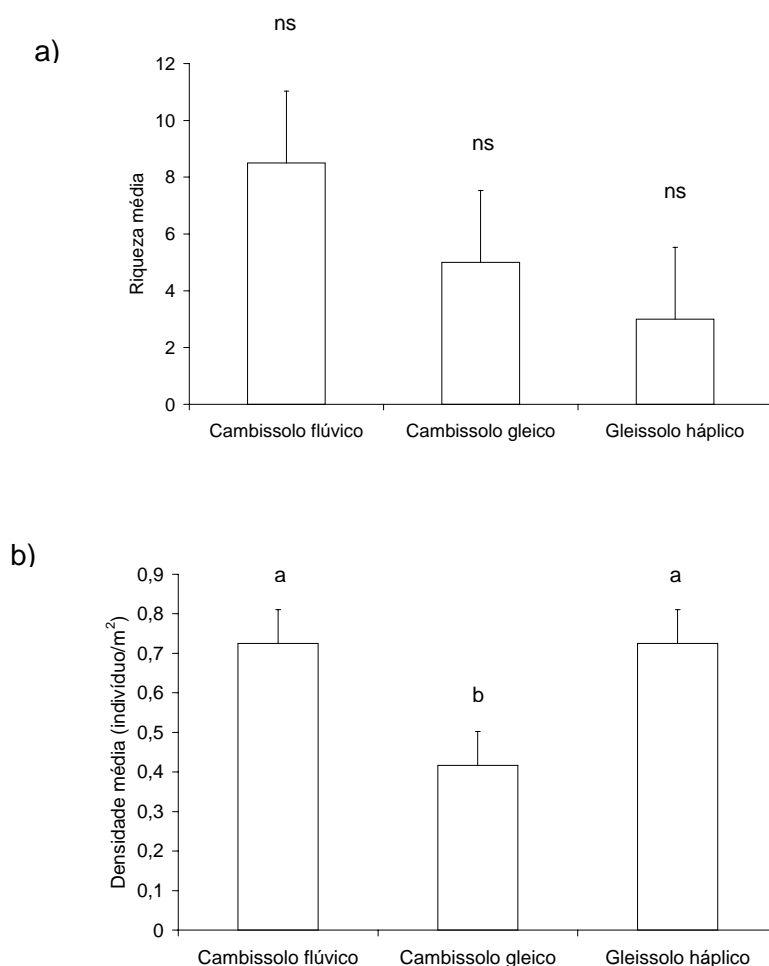


Figura 17. Riqueza média (a) e Densidade média de indivíduos (b) presentes na regeneração natural em plantio mecanizado, áreas de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

Médias com a mesma letra são significativamente iguais ( $P>0,05$ ).

ns = diferença não significativa.



Nas três áreas de estudo, a riqueza encontrada nas linhas de plantio foi maior do que nas entre linhas (Figura 18).

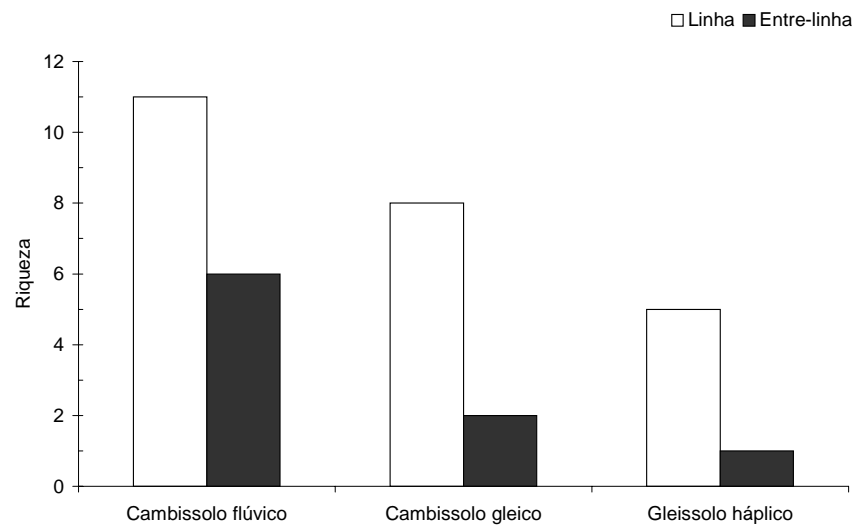
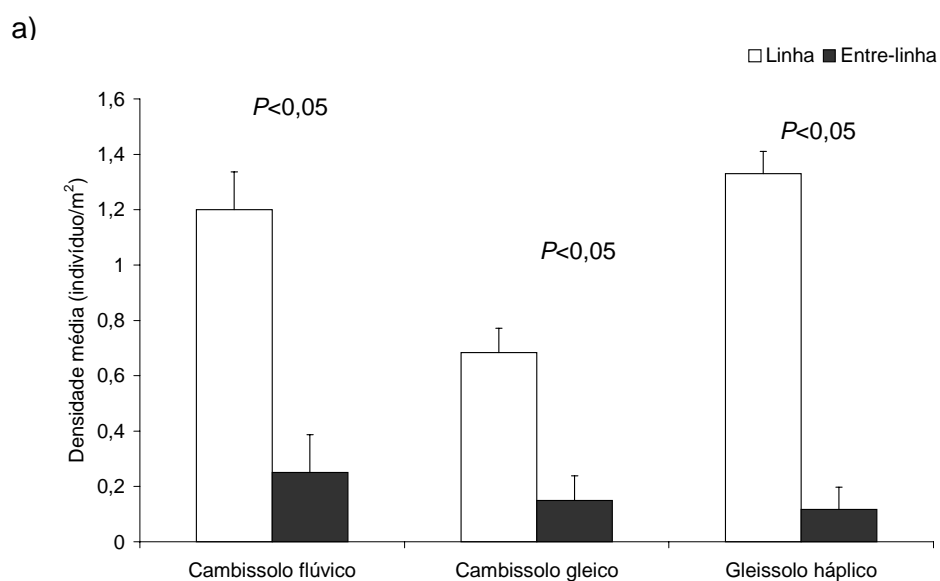


Figura 18. Riqueza presente na regeneração natural em plantio mecanizado, áreas de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

Com relação à densidade média e altura média dos indivíduos presentes na regeneração, os valores foram maiores para as linhas, respectivamente: Cambissolo flúvico ( $t_{1,119}=4,9$ ;  $t_{1,86}=2,4$ ;  $P<0,05$ ); Cambissolo gleico ( $t_{1,119}=4,29$ ;  $t_{1,49}=3,7$ ;  $P<0,05$ ) e Gleissolo háplico ( $t_{1,119}=10,73$ ;  $t_{1,86}=4,6$ ;  $P<0,05$ ) (Figuras 19a e 19b).



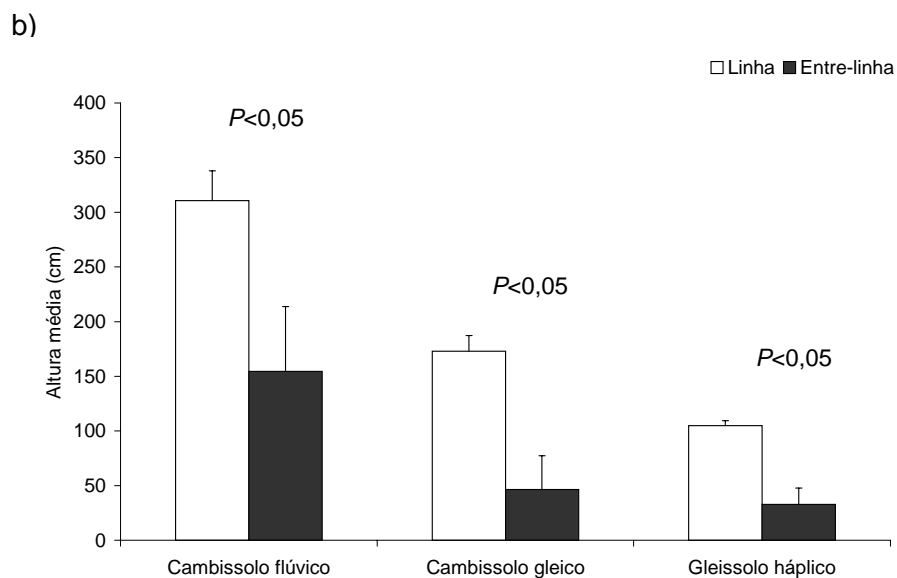


Figura 19. Densidade média (a) e Altura média (b) dos indivíduos presentes na regeneração natural em plantio mecanizado, áreas de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas), litoral do Paraná, sul do Brasil.

## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 EXPERIMENTO 1: RESTAURAÇÃO COM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO

As condições originais do solo na área de estudo estavam seriamente alteradas pela intensa utilização para cultivos e principalmente pela pastagem para os búfalos. Os gleissolos, quando incorporados ao processo produtivo, alteram rapidamente o ambiente levando à sua degradação, pois são associados a ecossistemas frágeis e delicados, e caracterizam-se por serem solos minerais hidromórficos mal a muito mal drenados, com baixos teores de micronutrientes (Jacomine 2000). No entanto, a sobrevivência das mudas foi alta em ambos os tratamentos, demonstrando que a maioria, entre as 14 espécies, adaptou-se bem às condições da área.

A causa mais importante de mortalidade foi por estresse hídrico, principalmente a dessecação, constatada pela perda de folhas e enrijecimento dos tecidos e, em alguns casos, pelo excesso de água que empoçava em pontos do terreno. Na Costa Rica, em área de Floresta Tropical Úmida, num experimento conduzido em três áreas de pastagem abandonada, com 25 espécies, observou-se taxas de sobrevivência de 86,6%, 71% e a eliminação da terceira área devido ao ataque de formigas cortadeiras (Tilki & Fisher 1998). O ataque de formigas cortadeiras e outros insetos fitófagos é citado como uma das mais importantes causas de mortalidade de mudas (e.g. Alvarez-Aquino et al. 2004, Piotto et al. 2004).

Os resultados do acompanhamento mensal das mudas mostraram uma correspondência entre os períodos de maior mortalidade das mudas e as variações climáticas. A sobrevivência das mudas no tratamento mecanizado foi afetada nos meses de dezembro a março, período em que a temperatura é elevada, a precipitação é abundante e o crescimento da *Brachiaria* é extremamente veloz, atingindo aproximadamente 1 m de altura. A alta temperatura, aliada a alguns dias de estiagem a céu aberto, resseca rapidamente a camada superficial do solo, o que afeta principalmente as mudas do plantio mecanizado, por estarem menos desenvolvidas e possuírem sistema radicular ainda muito superficial (Britez, comunicação pessoal). Algumas espécies mostraram-se muito vulneráveis a esses fatores, como *C. myrianthum*, *H. alchorneoides*, *S. multijuga* e *A. sellowiana*.

Os tratamentos manual e mecanizado não apresentaram diferença no volume dos indivíduos ao final dos doze meses do plantio, apesar de as mudas no manual permanecerem com altura média superior às do mecanizado ao final do experimento. O fato de as mudas no plantio manual irem mais altas para o campo, aparentemente não apresentou vantagem sobre as mudas menores do plantio mecanizado, que ao longo do experimento apresentaram maiores taxas de crescimento relativo.

As maiores taxas de crescimento relativo em altura e em diâmetro das mudas no plantio mecanizado pode ser atribuída pela descompactação e revolvimento do solo na preparação do terreno. A camada compactada do solo, além de reduzir a densidade de raízes, promove deformações como tortuosidade e seções achatadas, resultante de esforços para vencer as restrições impostas pelas condições físicas do solo (Reis & Reis 1995). A compactação influencia na aeração do solo (arranjo e volume de poros) e conseqüentemente na drenagem e nos níveis de oxigênio, afetando diretamente a sobrevivência e o crescimento das mudas (Henklain & Medeiros 1995).

Nos primeiros dois meses do plantio, as mudas no tratamento manual apresentaram uma TCR em altura superior às do mecanizado, porém nos dez meses subseqüentes as mudas no mecanizado apresentaram uma TCR superior. O maior crescimento das mudas no manual após o plantio pode ser atribuído à disponibilidade de substrato bastante superior neste sistema em relação ao mecanizado (Britez, comunicação pessoal). Mesmo com espécies diferentes compondo cada tratamento, observou-se uma curva de crescimento ao longo do tempo semelhante para ambos, que apresentaram uma TCR crescente do plantio até o mês de novembro, no manual, e dezembro, no mecanizado, seguida por um decréscimo e novamente um acréscimo no mês de março em ambos os tratamentos. Os picos de crescimento nos meses de novembro e dezembro coincidem com os meses de maior fotoperíodo.

No tratamento manual, a maioria das espécies apresentou alta taxa de sobrevivência, com destaque para *Mimosa bimucronata*, *Citharexylum myrianthum*, *Inga laurina*, *Inga marginata*, *Inga edulis* e *Eugenia multicostata*.

*Mimosa bimucronata* foi a espécie que se sobressaiu em relação às demais pelo seu excelente desenvolvimento, apresentando taxas elevadas de crescimento relativo em altura e em diâmetro e volume superior. Essa espécie é conhecida por

sua rusticidade e poder de desenvolvimento em pastagens (Carpanezzi, 2005), podendo atingir um crescimento médio de 2 m.ano<sup>-1</sup> (Gonçalves et al. 2003).

*C. myrianthum*, apesar de apresentar 100% de sobrevivência, obteve a menor taxa de crescimento relativo em altura e diâmetro entre as espécies, sofrendo morte da parte superior do caule e rebrotando na base. As mudas dessa espécie foram para o campo com uma altura média de 71 cm e ao final estavam em média com 41 cm. Tal fato pode estar relacionado com alguma particularidade da área de estudo, pois em outros locais com solos similares na Reserva Natural Rio Cachoeira a espécie tem apresentado um bom desenvolvimento (Britez, comunicação pessoal). Essa espécie é citada em trabalhos de recuperação de mata ciliar, atingindo após 12 meses, altura média de 1,44 m (Barbosa 2000) e em recuperação de pastagem atingindo após 12 meses, altura média de 2,88 m (Moraes & Pareira 2003).

Apesar de não apresentarem altas taxas de crescimento relativo nos primeiros 12 meses, *I. laurina*, *I. marginata* e *I. edulis* são essenciais para uma recuperação mais efetiva do solo, já que são fixadoras de nitrogênio. Essa última tem indicação para reflorestamento em solos ácidos, apresentando altas taxas de sobrevivência e ótima capacidade de melhoramento do solo, o que conseqüentemente auxilia o crescimento de outras espécies (Tilki & Fisher 1998, Nichols et al. 2001; Carpenter et al. 2004).

*Trema micrantha*, por preferir solos não-hidromórficos, apresentou um desempenho muito aquém daquele encontrado em outras áreas da Reserva, onde indivíduos dessa espécie regenerados naturalmente, após a mecanização do solo, apresentavam altura entre 6 a 8 m (observação pessoal). Essa espécie é citada como colonizadora veloz de grandes áreas abertas, como bordas de florestas e grandes clareiras (Castellani & Stubblebine 1993, Martins & Rodrigues 2002)

No tratamento mecanizado, *Cecropia pachystachya*, *Inga laurina*, *Mimosa bimucronata*, *Psidium cattleianum* e *Inga marginata* apresentaram as mais altas taxas de sobrevivência, apesar do pequeno tamanho que são levadas ao campo, mostrando que resistem a um ambiente com solo compactado e empobrecido e abundância de gramíneas.

*Senna multijuga*, apesar da mortalidade de aproximadamente metade de seus indivíduos, desenvolveu-se muito bem, apresentando altas taxas de crescimento relativo em altura e em diâmetro. Essa espécie é muito recomendada para recuperação, principalmente pela forte interação com a fauna. Não foi observado em

campo, mas é citado na literatura que tatus buscam larvas de cigarra que ficam próximas às raízes dessa planta, que também apresenta, ao longo da ráquis foliar, vários nectários extra-florais que mantêm populações de formigas (Reis & Kageyama, 2003).

*Mimosa bimucronata*, *Senna multijuga*, *Cecropia pachystachya* e *Aegiphila sellowiana* foram as espécies que se destacaram no tratamento mecanizado apresentando maior crescimento (TCR em altura e em diâmetro). Apesar de estar entre as quatro espécies com melhores desempenhos, *A. sellowiana* apresentou altura média de 40,7 ( $\pm 10,8$ ) cm ao final do experimento, o que é pouco se comparada a uma altura média de 1,34 m, atingida após 12 meses em trabalho de recuperação de mata ciliar (Barbosa 2000).

Com relação às espécies comuns nos tratamentos manual e mecanizado, apenas *C. myrianthum* apresentou sobrevivência maior no manual e uma alta taxa de mortalidade no mecanizado. Entre as seis espécies, as taxas de crescimento relativo em altura e diâmetro foram maiores no mecanizado ou não apresentaram variância significativa, com exceção da TCR em diâmetro para *I. marginata* que foi superior no tratamento manual.

Foi observada uma grande diferença no desenvolvimento das espécies entre as repetições, mostrando que em uma mesma área há diferentes níveis de degradação de solo ou ainda, microrelevos que alteram o grau de umidade do solo afetando o crescimento das mudas.

#### 4.2 EXPERIMENTO 2: REGENERAÇÃO NATURAL EM ÁREAS DE PLANTIO MECANIZADO

O levantamento da regeneração natural nas áreas de plantio mecanizado mostrou uma baixa riqueza de espécies e predomínio das espécies arbustivas oportunistas *Vernonia beyrichii* e *Sida* spp. No geral, a vegetação estava melhor desenvolvida na áreas de Cambissolo em comparação à área de Gleissolo. Os Cambissolos são solos mais desenvolvidos, possuem melhor drenagem e fertilidade do que os Gleissolos, o que propicia uma melhor condição para o desenvolvimento da vegetação (Gonçalves et al. 2003)

A regeneração natural ocorrida nas linhas de plantio foi muito superior àquela encontrada nas entre linhas, demonstrando que o revolvimento do solo estimulou o banco de sementes presente sob a pastagem ou ainda, que tornou propício o ambiente para a germinação por chuva de sementes.

O revolvimento das camadas superficiais do solo é citado como estimulante para o banco de sementes em áreas degradadas (Farah 2003; Moraes & Pereira 2003), quando o mesmo ainda existe no local. Porém existem ressalvas no que diz respeito a intensidade do revolvimento, pois pode haver a inversão das camadas do solo resultando no afundamento do banco de sementes (Lacerda et al. 2005). Em um experimento, em condições de boa cobertura de vegetação, o revolvimento do solo não se mostrou indutor da regeneração natural (Viani 2005).

Pelos resultados obtidos, pode-se inferir que a manutenção dos plantios, com roçadas nas entre linhas, prejudica a regeneração natural que foi estimulada pelo revolvimento do solo no preparo do terreno. Nesse caso, a manutenção poderia se restringir ao coroamento das mudas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sistemas de plantio para restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa) utilizados nas Reservas Naturais Rio Cachoeira e Serra do Itaqui mostraram ser eficientes num primeiro momento na implantação de espécies pioneiras, na tentativa de se formar um dossel o mais rapidamente possível para a supressão da *Brachiaria*. O plantio manual é mais facilmente implementado em áreas onde o trator do plantio mecanizado não teria condições de chegar, por exemplo, em terrenos muito íngremes, enxarcados ou com vegetação arbórea remanescente expressiva. Já o plantio mecanizado presta-se muito bem a áreas planas e abertas, onde a passagem do trator não prejudica o terreno. Cada método de plantio tem suas particularidades e apresentaram diferentes respostas no campo. A descompactação superficial do solo ocorrida no preparo da terra para o plantio mecanizado influenciou positivamente no desenvolvimento das mudas para a maioria das espécies. Também pôde-se observar a interferência positiva do plantio mecanizado no ambiente, com uma regeneração natural surgindo próximo às mudas. Nas áreas adjacentes aos blocos do experimento, onde nenhum tipo de intervenção foi realizada, observou-se a inexistência de regeneração natural e o domínio completo da *Brachiaria* desde a retirada dos búfalos. Por isso, deve-se rever a utilização de roçadas nas entre linhas das áreas plantadas, já que há um estímulo da regeneração com a mecanização do solo e a sua supressão retardaria a processo sucessional.

A continuidade da tomada de dados dos indivíduos plantados e do monitoramento da regeneração natural, certamente demonstrará a influência efetiva no ambiente dessas espécies pioneiras e as transformações no processo sucessional ao longo do tempo. Essas respostas são de extrema importância para o rol de conhecimentos sobre a prática de restauração de florestas tropicais e mais especificamente da Floresta Atlântica do Brasil.



## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ-AQUINO, C.; WILLIAMS-LINERA, G. & NEWTON, A. C. 2004. Experimental native tree seedling establishment for the restoration of a mexican cloud forest. **Restoration Ecology**. 12: 412-418.
- CARPANEZZI, A. A. 2005. Fundamentos para reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A. P. M. & PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Restauração Florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas. p. 27-45.
- CARPENTER, F. L.; NICHOLS, J. D.; PRATT, R. T. & YOUNG, K. C. 2004. Methods of facilitating reforestation of tropical degraded land with the native timber tree, *Terminalia amazonia*. **Forest ecology and management**. 202: 281-291.
- FARAH, F. T. 2003. Favorecimento da regeneração de um trecho degradado de Floresta Estacional Semidecidual. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 213 p.
- FERRETTI, A. R. & BRITEZ, R. M. 2005. A restauração da Floresta Atlântica no litoral do Estado do Paraná: os trabalhos da SPVS. In: GALVÃO, A. P. M. & PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Restauração Florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas. p. 87-102.
- FONSECA, G. A. B.; MITTERMEIER, R. A. & SELIGMANN, P. 2005. Prefácio. In: GALINDO-LEAL, C. & CÂMARA, I. G. (Ed.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional. 471 p.
- GALINDO-LEAL, C. & CÂMARA, I. G. 2005. Status do *hotspot* Mata Atlântica: uma síntese. In: GALINDO-LEAL, C. & CÂMARA, I. G. (Ed.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional. p. 3-11.
- GÓMEZ-POMA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C.; & GUEVARA, S. 1977. The tropical rain forest: a nonrenewable resource. **Science**. 177: 762-765.
- GONÇALVES, J. L. M.; NOGUEIRA Jr.; L. R. & DUCATTI, F. 2003. Recuperação de solos degradados. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 111-163.
- GUARIGUATA, M. R. & OSTERTAG, R. 2001. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest ecology and management**. 148:185-206.
- GUEDES, M. L. S.; BATISTA, M. A.; RAMALHO, M. FREITAS, H. M. B. & SILVA, E. M. 2005. Breve incursão sobre a biodiversidade da Mata Atlântica. In: FRANKE, C.

R.; ROCHA, P. L. B. KLEIN, W. & GOMES, S. L. (Orgs.). **Mata Atlântica e biodiversidade**. Salvador: Universidade Federal da Bahia. p. 39-92.

HENKLAIN, J. C. & MEDEIROS, G. B. 1995. Evolução e estado da arte do plantio direto na agricultura. In: **1º Seminário sobre cultivo mínimo do solo em florestas**. Anais. Curitiba: CNPFloresta/IPEF/UNESP/SIF/FUPEF. p. 1-7.

HUNT, R. 1990. Basic growth analysis. London: Unwin-Hyman. Apud: ALVAREZ-AQUINO, C.; WILLIAMS-LINERA, G. & NEWTON, A. C. 2004. Experimental native tree seedling establishment for the restoration of a mexican cloud forest. **Restoration Ecology**. 12: 412-418.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Social. 2001. **Zoneamento da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba**. Curitiba: IPARDES. 150 p.

JACOMINE, P. K. T. 2000. Solos sob matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. de F (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Universidade de São Paulo – FAPESP. p. 27-31.

LACERDA, A. L. S.; VICTORIA FILHO, R. & MENDONÇA, C.G. 2005. Levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo de solo irrigados por pivô central. **Planta Daninha**. 23 (1): 1-7.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. & OLIVEIRA, R. E. 2003. Biodiversidade e restauração da floresta tropical. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 29-48.

KAGEYAMA, P. & GANDARA, F. B. 2005. Resultados do programa de restauração com espécies arbóreas nativas do convênio ESALQ/USP e CESP. In: GALVÃO, A. P. M. & PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Restauração Florestal: fundamentos e estudos de caso**. Colombo: Embrapa Florestas. p. 47-58.

LEGRAND, C. D. & KLEIN, R. M. 1969. **Mirtáceas – Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. p. 73-75.

LEITE, P. F. 1994. As diferentes unidades fitoecológicas da região Sul do Brasil. Proposta de classificação. **Dissertação Mestrado**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 160 p.

LORENZI, H., 1992. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, 1. Plantarum, Nova Odessa.

LORENZI, H., 1998. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, 2. Plantarum, Nova Odessa.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. 403: 853-858.

NICHOLS, J. D.; ROSEMEYER, M. E.; CARPENTER, L. & KETTLER, J. 2001. Intercropping legume tree with native timber trees rapidly restores cover eroded tropical pasture without fertilization. **Forest ecology and management**. 152: 195-209.

PIOTTO, D.; VÍQUEZ, E.; MONTAGNINI, F. & KANNINEN, M. 2004. Pure and mixed Forest plantations with native species of dry tropics of Costa Rica: a comparison of growth and productivity. **Forest Ecology and Management**. 190: 359-372.

REIS, A. & KAGEYAMA, P. Y. 2003. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interspecíficas. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L. & GANDARA, F. B. (Org.). **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. p. 91-110.

REIS, G. G. & REIS, M. G. F. 1995. Reflexo do cultivo mínimo no ambiente e na fisiologia da árvore. In: **1º Seminário sobre cultivo mínimo do solo em florestas**. Anais. Curitiba: CNPFloresta/IPEF/UNESP/SIF/FUPEF. p. 148-162.

REIS, A.; ZAMBONIN, R. M. & NAKAZONO, E. M. 1999. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica - Nº. 14. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 43 p.

SALDARRIAGA, J. G. & UHL, C. 1991. Recovery of forest vegetation following slash-and-burn agriculture in the upper rio Negro. In: GÓMEZ-POMPA, T.; WHITMORE, C. & HADLEY, M. (Ed.). **Tropical rain forest: regeneration and management**. New York: Blackwell.

SCHÄFFER, W. B. & PROCHNOW, M. (Org.). 2002. **A Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira**. Brasília: APREMAVI. 156 p.

SKOLE, D. L. & TUCKER, C. J. 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. **Science**. 260: 1905-1910.

TILKI, F. & FISHER, R. F. 1998. Tropical leguminous species for acid soils: studies on plant form and growth in Costa Rica. **Forest Ecology and Management**. 108: 175-192.

UHL, C.; NEPSTAD, D.; SILVA, J. M. C. & VIEIRA, I. 1991. Restauração da floresta em pastagens degradadas. **Ciência Hoje**. 13 (76): 23-31.

VIANI, R. A. G. 2005. O uso da regeneração natural (Floresta Estacional Semidecidual e talhões de Eucalyptus) como estratégia de produção de mudas e resgate da diversidade vegetal na restauração florestal. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 188 p.

WHITMORE, T. C. 1991. Tropical rain Forest dynamics and its implications for management. In: GÓMEZ-POMPA, T.; WHITMORE, C. & HADLEY, M. (Ed.). **Tropical rain forest: regeneration and management**. New York: Blackwell. p. 67-89.

ZAR, J. H. 1999. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall. 663 p.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

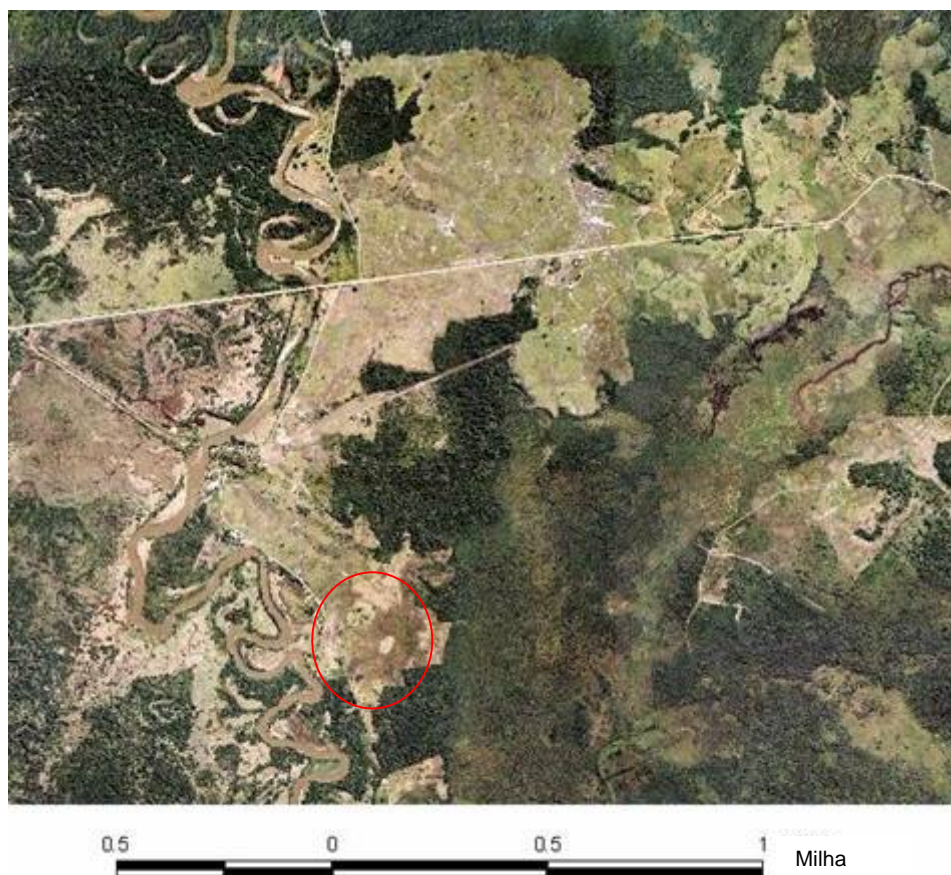


Figura 1. Vista aérea da área de estudo e do entorno do Experimento 1: Restauração com diferentes sistemas de plantio. Reserva Natural Rio Cachoeira, litoral do Paraná, sul do Brasil.



Figura 2. Aspecto da área de estudo antes da implantação do Experimento 1: Restauração com diferentes sistemas de plantio. Reserva Natural Rio Cachoeira, litoral do Paraná, sul do Brasil.





Figura 3. Aspecto da área de estudo após a implantação do Experimento 1: Restauração com diferentes sistemas de plantio. Reserva Natural Rio Cachoeira, litoral do Paraná, sul do Brasil. Julho/2004.



Figura 4. Aspecto da área de estudo seis meses após a implantação do Experimento 1: Restauração com diferentes sistemas de plantio. Reserva Natural Rio Cachoeira, litoral do Paraná, sul do Brasil. Dezembro/2004.

A



B



Figura 5 (A e B). Aspectos da área de estudo do sistema mecanizado, doze meses após a implantação do Experimento 1: Restauração com diferentes sistemas de plantio. Reserva Natural Rio Cachoeira, litoral do Paraná, sul do Brasil. Junho/2005.



A



B



Figura 6 (A e B). Aspectos da área de estudo do sistema manual, doze meses após a implantação do Experimento 1: Restauração com diferentes sistemas de plantio. Reserva Natural Rio Cachoeira, litoral do Paraná, sul do Brasil. Junho/2005.

A



B



Figura 7. *Mimosa bimucronata* no sistema manual (A) e *Mimosa bimucronata*, *Senna multijuga* e *Cecropia pachystachya* no sistema mecanizado (B), doze meses após a implantação do Experimento 1: Restauração com diferentes sistemas de plantio. Reserva Natural Rio Cachoeira, litoral do Paraná, sul do Brasil. Junho/2005.



## ANEXO B

A



B



C



Figura 1. Aspectos das áreas de estudo do Experimento 2: Regeneração natural em áreas plantio mecanizado. Reserva Natural Rio Cachoeira: Cambissolo flúvico (A) e Gleissolo háplico (B); Reserva Natural Serra do Itaqui: Cambissolo Gleico (C), litoral do Paraná, sul do Brasil.

Tabela 1. Relação das espécies; respectivas famílias; forma de vida e nome comum, amostradas no levantamento da regeneração natural em áreas de restauração de Floresta Atlântica (Ombrófila Densa de Terras Baixas) submetidas ao plantio mecanizado, nas Reservas Naturais Rio Cachoeira e Serra do Itaquí, litoral do Paraná, sul do Brasil.

Família	Espécie	Forma de vida	Nome comum
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i> Mart.	árvore	palmito
Asteraceae	<i>Vernonia beyrichii</i> Less	arbusto	assa-peixe
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i> Trec.	árvore	embaúba
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	árvore	leiteiro
Fabaceae	<i>Erythrina speciosa</i>	árvore	corticeira
Fabaceae	Indeterminada	árvore	
Lauraceae	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	árvore	canela-amerela
Lauraceae	Indeterminada	árvore	canela-sebo
Malvaceae	Indeterminada	arbusto	
Malvaceae	<i>Sida</i> spp.	arbusto	guanxuma
Melastomataceae	<i>Miconia cabussu</i> Hoehne	árvore	pixiricão
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Shultz	árvore	capororoca
Myrtaceae	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	árvore	araçá
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> * L.	árvore	goiabeira
Solanaceae	<i>Acnistrus arborescens</i> (L.) Schlydl.	árvore	barrilheira
Solanaceae	<i>Solanum</i> spp.	árvore	canema-fedida
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	árvore	crindiúva
Verbenaceae	<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	árvore	jacataúva
	Indeterminada	árvore	
	Indeterminada	arbusto	

\*espécie exótica